

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1922

THÈSE

335

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Travail du Laboratoire d'Electro-Radiothérapie de la Salpêtrière
et du service de la Clinique
des maladies cutanées et syphilitiques, hôpital Saint-Louis

LE TRAITEMENT

DES

Cicatrices vicieuses et de la Sclérodermie

PAR

L'IONISATION D'IODURE DE POTASSIUM

Expériences, Interprétation et Déductions concernant l'Introduction
Electrolytique de l'Ion Iode dans l'Organisme

PAR

JEAN LUCAS

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Président : M. JEANSELME, Professeur

PARIS

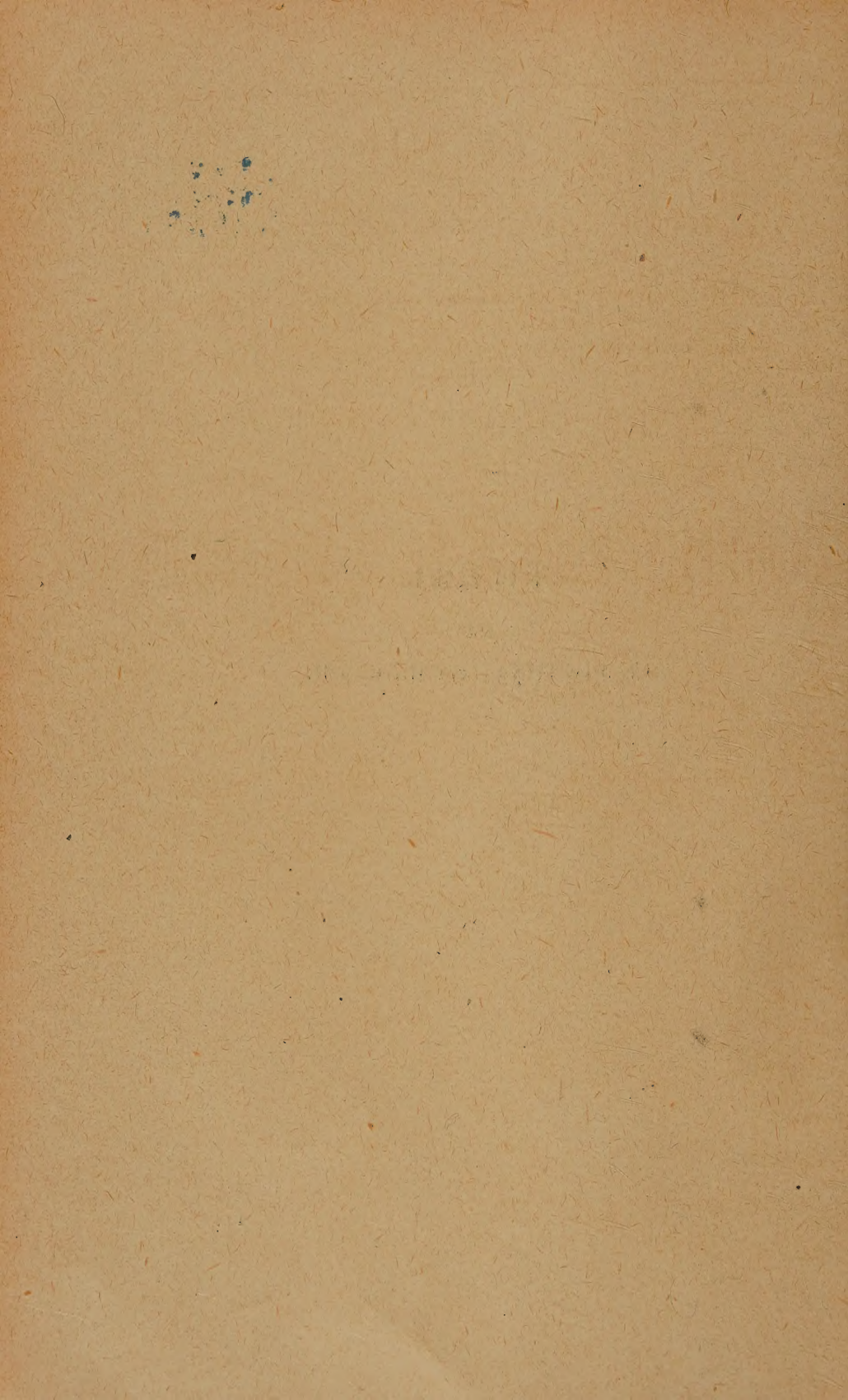
AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 93

1922

383

THÈSE
POUR
LE DOCTORAT EN MÉDECINE



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1922

THÈSE

POUR

No

335

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Travail du Laboratoire d'Electro-Radiothérapie de la Salpêtrière
et du service de la Clinique
des maladies cutanées et syphilitiques, hôpital Saint-Louis

LE TRAITEMENT

DES

Cicatrices vicieuses et de la Sclérodermie

PAR

L'IONISATION D'IODURE DE POTASSIUM

Expériences, Interprétation et Déductions concernant l'Introduction
Electrolytique de l'Ion Iode dans l'Organisme

PAR

JEAN LUCAS

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Président : M. JEANSELME, Professeur

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, EDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 93

1922



Faculté de Médecine de Paris

DOYEN.....

M. ROGER

PROFESSEURS.....

MM.

Anatomie.....
Anatomie médico-chirurgicale.....
Physiologie.....
Physique médicale.....
Chimie organique et chimie générale.....
Bactériologie.....
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....
Pathologie et Thérapeutique générale.....
Pathologie médicale.....
Pathologie chirurgicale.....
Anatomie pathologique.....
Histologie.....
Pharmacologie et matière médicale.....
Thérapeutique.....
Hygiène.....
Médecine légale.....
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....
Pathologie expérimentale et comparée.....

NICOLAS
CUNEO
CH. RICHTER
André BROCA.
DESGREZ
BEZANÇON
BRUMPT
MARCEL LABBE
RENON
LECENE
LETULLE
PRENANT
POUCHET
CARNOT
LÉON BERNARD
BALTHAZARD
MENETRIER
ROGER
ACHARD
WIDAL
GILBERT
CHAUFFARD
MARFAN
NOBECOURT

Clinique médicale.....

Hygiène et clinique de la 1^{re} enfance.....
Clinique des maladies des enfants.....
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.....
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....
Clinique des maladies du système nerveux.....
Clinique des maladies contagieuses.....

CLANDE
JEANSELME
PIERRE MARIE
TEISSIER
DELBET
LEJARS
HARTMANN
GOSSET
DE LAPERSONNE
LEGUEU
BAR
COUVELAIRE
BRINDEAU
J. L. FAURE
AUGUSTE BROCA
VAQUEZ
SEBILEAU
DUVAL
SERGENT

Clinique chirurgicale.....

Clinique ophtalmologique.....
Clinique des maladies des voies urinaires.....

Clinique d'accouchement.....

Clinique gynécologique.....
Clinique chirurgicale infantile.....
Clinique thérapeutique.....
Clinique oto-rhino-laryngologique.....
Clinique thérapeutique chirurgicale.....
Clinique propédeutique.....

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ABRAMI
ALGLAVE
BASSET
BAUDOIN
BLANCHETIERE
BRANCA
CHAMPY
CHEVASSU
CHIRAY
CLERC
DEBRE
DESMAREST

DUVOIR
FIESSINGER
GARNIER
GOUGEROT
GREGOIRE
GUENIOT
GUILLAIN
HEITZ-BOYER
JOYEUX
LABBE (HENRI)
LAIGNEL-LAVASTINE
LANGLOIS

LARDENNOIS
LE LORIER
LEMIERRE
LEQUEUX
LEREBoullet
LERI
LEVY-SOLAL
MATHIEU
METZGER
MOCQUOT
MULON
OKINCZYC
PHILIBERT

RATHERY
RETERER
RIBIERRE
RICHAUD
ROUSSY
ROUVIERE
SCHWARTZ (A)
TANON
TERRIEN
TIFFENEAU
VILLARET

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

*En témoignage de ma profonde affection
et de ma gratitude pour sa grande bonté.*

A MA FEMME ET A MA FILLE

A MON BEAU-PÈRE,
MONSIEUR LE PROFESSEUR C. LENORMAND

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

*Qui fut mon maître et reste mon meilleur
ami.*

ET A M^{me} C. LENORMAND

MEIS ET AMICIS

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THESE

M. LE PROFESSEUR JEANSELME

PROFESSEUR DE CLINIQUE DES MALADIES
CUTANÉES ET SYPHILITQUES

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MES MAITRES DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
DE RENNES

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX
DE PARIS

M. LE DOCTEUR BAZY (1909-1910)
M. LE DOCTEUR GANDY (1910-1911)
M. LE DOCTEUR LEPAGE (1911-1912) (*in memoriam*)
M. LE PROFESSEUR JEANSELME
(1913, 1914, 1920, 1921, 1922)

A MES AUTRES MAITRES DE L'HOPITAL
SAINT-LOUIS

M. LE DOCTEUR BROCO
M. LE DOCTEUR DARIER
M. LE DOCTEUR THIBIERGE
M. LE DOCTEUR MILIAN
M. LE DOCTEUR SABOURAUD
M. LE DOCTEUR GASTOU

AUX COLLABORATEURS
DE M. LE PROFESSEUR JEANSELME

MM. les Docteurs MARCEL BLOCH, P. CHEVALLIER,
BURNIER, TOURAINE, LÉVY-FRANKEL,
GIRAUDEAU

À MON AMI LE DOCTEUR LEGRAIN

A MES MAÎTRES DU CENTRE NEUROLOGIQUE
DE LA X^e RÉGION :

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ M. CHIRAY
MÉDECIN DES HOPITAUX

M. LE DOCTEUR G. BOURGUIGNON
CHEF DU LABORATOIRE D'ÉLECTRO-RADIOTHÉRAPIE
DE LA SALPÊTRIÈRE

M. LE PROFESSEUR CONDUCHÉ
PROFESSEUR DE CHIMIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE RENNES

M. LE DOCTEUR E. ROGER

PRÉFACE

L'idée de ce travail nous est venue dès 1916, alors que nous étions assistant du Docteur G. BOURGUIGNON au service d'électrothérapie du Centre Neurologique de la X^e région, à RENNES. Nous fûmes alors initié aux recherches que M. BOURGUIGNON, chef du laboratoire d'électrothérapie de la Salpêtrière, faisait en collaboration avec M. le Professeur agrégé CHIRAY, chef de ce Centre, sur l'application de l'ionisation aux cicatrices vicieuses de guerre.

Rentré à Saint-Louis en 1920, nous fîmes part des remarquables résultats obtenus à Rennes à notre maître, M. le Professeur JEANSELME. Il nous conseilla de chercher à étendre les indications de cette thérapeutique à certaines affections de la peau et il accepta de diriger nos tentatives. Il nous suggéra de les orienter d'abord vers les sclérodermies.

Qu'il nous soit permis d'exprimer sans réserve nos remerciements à M. le Professeur JEANSELME, à M. le Docteur BOURGUIGNON, dans un cadre moins restreint que celui d'une dédicace où il est fort malaisé de mettre tout son cœur.

Nous avons été pendant trois années l'élève et le collaborateur de M. BOURGUIGNON. Il nous a patiemment formé et nous lui devons toutes nos connaissances en électrologie. Nous eûmes le bonheur d'être étroitement initié à ses remarquables travaux d'alors en électro-physiologie humaine. Depuis, bien que séparé de lui par l'orientation de nos études, nous avons continué à trouver à son laboratoire l'accueil le plus large pour tout ce qui peut être placé sur son terrain. Cette thèse fait de larges emprunts aux travaux

personnels de M. BOURGUIGNON sur l'ionisation et notamment expose sa théorie du mécanisme d'action de l'ionisation de l'iodure de potassium. Il a en outre dirigé l'application technique du traitement aux malades que nous avons étudiés en collaboration à ce point de vue et que nous devons à l'obligeance de M. le Professeur JEANSELME, qui les a choisis lui-même dans son service de la clinique de Saint-Louis. Il nous a fait part enfin des expériences qu'il a faites en collaboration avec M. CONDUCHÉ, Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Rennes. Nous remercions profondément M. CONDUCHÉ de nous avoir autorisé à reproduire ces expériences.

Comme élève, comme ami, nous devons infiniment à M. BOURGUIGNON. Nous lui exprimons notre très affectueuse reconnaissance.

M. le Professeur JEANSELME a été notre maître dans le sens absolu du terme, qui implique que l'élève soit tout naturellement le plus dévoué, le plus attaché, le plus respectueux des amis. Il nous accueillit à Broca dès 1913. La guerre, la maladie, interrompirent longtemps notre assiduité près de lui. Il voulut bien accepter ensuite la modeste collaboration d'une activité amoindrie et diriger toutes nos études de spécialité. C'est assez dire que notre gratitude envisage d'autres devoirs que ceux de l'élève. C'est dire aussi notre satisfaction reconnaissante qu'il ait consenti à présider à l'officielle sanction de nos études médicales.

INTRODUCTION

Le souci de faire pénétrer dans l'organisme des médicaments par le courant électrique est extrêmement ancien. On peut dire qu'il remonte à la découverte de l'électricité.

Sans avoir la prétention de faire un historique complet de cette question qui a suscité un nombre considérable de travaux, nous croyons cependant intéressant d'en rappeler les principales étapes.

C'est au début du XIX^e siècle, peu de temps après la découverte de la pile que se placent, avec ROSSI (1802), les premières tentatives d'introduction électrolytique, faites sur le mercure. Mais c'est seulement vers 1835, inspirées par les travaux de FARADAY sur l'électrolyse que sont essayées des applications thérapeutiques : FABRÉ-PALAPRAT introduit de l'iode dans l'organisme et soutient que l'absorption est due au passage du courant.

KLEINKE, en 1846, pour traiter la scrofule, fait pénétrer de l'iodure de potassium par l'effet du courant galvanique.

HASSENSTEIN fait le même essai avec le mercure dans la cure de la syphilis.

Vers 1860, RICHARDSON croit avoir trouvé une méthode d'anesthésie locale en ionisant successivement l'extrait d'aconit, le chloroforme, la morphine en solution.

A ce moment, REMAK (1860) recommande l'usage du courant galvanique dans les rhumatismes articulaires mais sans en dégager le mode d'action.

VON BRUNS, le premier, en 1870, fait la preuve de la pénétration de l'iodure de potassium dans le corps humain par l'effet du courant galvanique en démontrant la présence de l'iode dans les urines du sujet traité.

EULENBURG (1870), ULTZMANN, ROSENTHAL (1870), ERB (1872) font de nombreuses expériences sur la pénétration électrolytique.

En 1873, H. MUNK provoque des convulsions chez le lapin en introduisant par le courant continu de la strychnine à travers la peau. Puis, par des expériences sur l'homme, il établit que l'on peut de la même façon faire absorber de la quinine et de l'iodure de potassium qu'il retrouve dans l'urine et dans la salive.

Il faut citer à cette époque les travaux de SOBIERNOWSKI, LEWANDOSKI, MESNIL, BOURGET, PERSONALI ; les travaux d'ERB publiés en 1884.

BRONDEL introduisit en 1885 le terme « diélectrolyse » pour désigner l'ensemble des phénomènes de pénétration électrique que LAURET vient de proclamer « fait indiscutable », tout en stipulant que « les doses absorbées sont faibles ».

De nouvelles expériences tendant à obtenir l'anesthésie locale par ionisation sont tentées. Ce sont, en 1886, celles de WAGNER et CORNING avec la cocaïne, puis, en 1887, celles d'ADAMKIEVICZ et celles de REYNOLDS avec le chloroforme. Ils assurent venir à bout par ce moyen de névralgies rebelles en provoquant une anesthésie graduelle.

MANZIERRI et BOCCALARI reprennent en 1888 les expériences de MUNK sur la strychnisation du lapin. Ils arrivent à l'intoxiquer.

Successivement SCHRÖBER et ALBRAN, PETERSON, GARTNER et ERKMANN, MARTON, KROHFELD, ERB expérimentent sur les corps les plus variés : aconitine, mercure, iode, cocaïne, noir de fumée, parcelles de graphite.

L'ionisation du lithium comme traitement de la goutte

préoccupe EDISON, JOURDANET et PORTE, LABATTUT, BORDIER, LEUILLIEUX. Celle de l'iode est essayée par HUNTER et GUIRE sur le goître et l'orchite chronique ; celle du chlorure de zinc par SUDNIK sur les tuberculoses locales. Ces différentes recherches se classent entre 1890 et 1900.

Il faut faire une place à d'autres auteurs qui ont réalisé l'extraction par le courant continu, de substances introduites préalablement dans l'organisme ou de substances pathologiques accumulées. POEY fait ingérer à son sujet des sels métalliques et il réussit à en extraire le métal. EISCH prétend extraire électrolytiquement de l'iode qu'il avait introduit par électrolyse dans le corps de la grenouille. BORDIER, pratiquant l'analyse chimique des bains ayant servi à électrolyser des tophi-goutteux, y décèle la présence d'acide urique. Ces expériences sont intéressantes en ce qu'elles témoignent que le courant galvanique permet également l'extraction et l'introduction des ions.

La question de l'introduction électrolytique des médicaments à travers la peau est reprise en 1900 par STÉPHANE LEDUC à la lumière des théories modernes sur la constitution des solutions (théorie des ions).

Il démontre par une série d'expériences sur les animaux que les substances médicamenteuses sont réellement introduites par le courant.

Il donne à cette thérapeutique le nom « d'ionisation ». De 1900 à 1912 il en étend l'application à un grand nombre de cas.

Et depuis les tentatives se multiplient, les applications se généralisent.

★
★ ★

Il n'est pas sans intérêt pour le travail qui nous préoccupe de rappeler les différentes tentatives qui ont été plus spécialement dirigées vers le traitement des cicatrices, vers la destruction du tissu fibreux.

Les premiers essais semblent avoir été inspirés par la traduction du livre de REMAK sur la galvanothérapie en 1860.

ERB signale dans son traité d'électrothérapie « les résultats surprenants que quelques observateurs ont obtenus au moyen du courant galvanique employé dans le traitement des cicatrices dures, des raideurs articulaires et des périostoses consécutives aux blessures par armes à feu ».

ERB, rappelant les faits observés par MOR-MEYER en 1871 dans le traitement des cicatrices profondes, dit ceci : « MOR-MEYER vit des cicatrices profondes des muscles s'amollir et disparaître, les périostoses produites par armes à feu recéder avec une surprenante rapidité. Les deux effets furent obtenus par l'emploi du pôle positif » (ERB, traduction française de RUEFF, page 235).

ERB signale encore, dans un ordre d'idées voisin, les succès obtenus par Chéron qui utilisait l'action du pôle négatif avec le courant galvanique, dans le traitement des raideurs articulaires consécutives à des blessures par armes à feu.

La question semble tomber alors en sommeil malgré ces encourageantes constatations. Dans la plupart des traités modernes d'électrothérapie, il n'est, en effet, mentionné aucun travail antérieur aux recherches de STÉPHANE LEDUC.

Après une série de travaux où il a étudié la pénétration électrolytique des médicaments à travers la peau, Leduc publie en 1910 un mémoire sur « *l'ionisation destructive : ses indications, ses résultats immédiats ou éloignés* » (1).

Il montre l'action destructive des ions chlore et iode sur les tissus fibreux au niveau des cicatrices cutanées ou dans les tissus profonds et lui donne le nom de « sclérolyse ». Il attribue l'action sclérolysante à la pénétration des ions chlore et iode ; il donne la préférence au chlore comme efficacité.

(1) STÉPHANE LEDUC. — *Archives d'Electricité Médicale*, Bordeaux, 1910.

En mars 1913, Georges RONNEAUX fait à la Société d'Electrothérapie une communication « sur le traitement des cicatrices cutanées et sous-cutanées par la galvanisation négative » (1). Les effets qu'ils a obtenus dans six cas traités par l'application du pôle négatif sur la cicatrice, sont les suivants : Libération complète ou partielle des adhérences, changement de coloration qui se rapproche de celle de la peau normale, disparition des plis de la cicatrice, disparition des douleurs à son niveau.

A cette même séance, G. BOURGUIGNON apporte une observation (2) de libération d'une cicatrice adhérente consécutive à l'incision d'un panari profond par l'électrode négative imbibée d'une solution d'iodure de potassium à 1 %.

Pendant la guerre, MM. CHIRAY et BOURGUIGNON ont appliqué sur une vaste échelle, au Centre Neurologique de la X^e région, l'ionisation au traitement des cicatrices des blessés. Nous exposerons plus loin les résultats qu'ils ont publiés sur cette importante question.

★★

La question de l'ionisation est, comme on peut en juger d'après ce rapide historique, extrêmement vaste.

Nous n'étudierons dans cette thèse que l'ionisation d'un seul corps : l'iode. Et parmi les applications de la thérapeutique par l'ion iode, dont maintes sont actuellement à l'étude, nous ne traiterons que de celles dont nous sommes personnellement occupé : la libération des cicatrices vicieuses, le traitement des sclérodermies.

(1) G. RONNEAUX. — *Bulletin de la Société d'Electrothérapie*, avril 1913.

(2) G. BOURGUIGNON. — *id.* —

Nous exposerons préalablement les expériences chimico-biologiques de MM. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ. Nous dirons comment elles nous semblent éclairer le mécanisme d'action des phénomènes et comment, de leur interprétation, découle tout naturellement la technique que nous proposons.

PREMIÈRE PARTIE

Expériences sur l'introduction de l'ion iode par Electrolyse chez l'Homme et son élimination par les urines.

La connaissance des phénomènes physiologiques qui accompagnent l'introduction de l'ion iode dans l'organisme est évidemment indispensable à la compréhension de l'action de cette thérapeutique et au choix d'une bonne technique. Ce problème ne peut être résolu que par voie expérimentale. Il est malheureusement encore fort peu étudié. A notre connaissance seules les expériences de MM. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ apportent une première pierre solide à cette étude. De l'avis même des auteurs, ces expériences ne constituent qu'un commencement.

Antérieurement à ce travail, il n'y a que les recherches de STÉPHANE LEDUC et de ses élèves qui méritent de retenir l'attention.

1° EXPÉRIENCES DE STÉPHANE LEDUC ET DE SES ÉLÈVES SUR L'ÉLIMINATION DE L'IODE ET SUR LE DOSAGE DE LA QUANTITÉ INTRODUITE PAR ÉLECTROLYSE.

La thèse de BRILLOUET (1) condense tous les travaux de

(1) RAYMOND BRILLOUET. — Thèse Paris 1907 (Etudes physique et thérapeutique des ions et particulièrement de l'ion iode).

STÉPHANE LEDUC et de ses élèves. Elle en contient une bibliographie complète que nous ne reproduirons pas, nous contentant d'y renvoyer.

Toutes ces expériences se ramènent à deux expériences types que nous allons résumer :

A) *Elimination de l'iode.*

BRILLOUET a fait sur lui-même la recherche de l'iode éliminée après une séance d'ionisation.

Sur chaque mollet, BRILLOUET applique une électrode constituée par seize épaisseurs de tissu de coton hydrophile d'une surface de 350 cm² environ. L'une des électrodes, reliée au pôle positif, est imbibée de chlorure de sodium ; l'autre électrode, reliée au pôle négatif, est imbibée d'iodure de potassium. Le courant a passé pendant une heure, le voltage étant constant, l'intensité a varié pendant toute l'expérience de 20MA jusqu'à 92MA. Aussitôt le courant arrêté, l'auteur recherche l'iode dans sa salive et dans ses urines. Préalablement à l'expérience, il avait constaté que ni la salive ni l'urine ne contenaient d'iode.

Pour déceler l'iode, BRILLOUET emploie un procédé qu'il considère comme extrêmement sensible : « Sur un petit carré de papier amidonné de 3cm de côté environ, il fait tomber quelques gouttes de la solution à étudier, puis il place deux électrodes en fil de platine préalablement flambées à quelques millimètres l'une de l'autre sur le papier amidonné imbibé de la solution. Si la solution renferme de l'iode une tache violette se forme à l'anode. »

Par une série de recherches qui sont développées dans sa thèse, BRILLOUET a comparé la sensibilité de ce procédé par électrolyse avec le procédé qui consiste à libérer l'iode de la solution imbibant le papier amidonné par une ou deux gouttes d'eau chlorée ou d'acide azotique. D'après l'auteur, le procédé par électrolyse peut déceler l'ion iode dans une solution ne renfermant que 0 gr. 0025 d'iodure par litre

d'eau distillée, tandis que le procédé par réaction chimique nécessite une concentration en iode beaucoup plus forte, d'environ 0 gr. 05 par litre.

Il faut tenir compte que lorsque la solution renferme non seulement un iode, mais d'autres sels, et en particulier du NaCl, la sensibilité du procédé par électrolyse diminue au fur et à mesure que la concentration du NaCl augmente jusqu'à devenir égale à la sensibilité du procédé chimique, qui, elle, n'est pas influencée par la présence de sels autres que l'iode. Il en conclut que pour l'urine il est inutile de rechercher l'iode par électrolyse, tandis que c'est le procédé de choix pour la salive qui est très pauvre en NaCl.

En suivant par ces deux procédés (1) l'élimination de l'iode par la salive et par l'urine toutes les heures environ, BRILLOUET a constaté qu'aussitôt après la séance on décèle de l'iode à la fois dans la salive et dans l'urine. En appréciant la concentration en iode dans chaque prise par l'intensité de la coloration violette caractéristique, il voit que l'élimination augmente jusqu'à quatre heures et demie après la séance. Six heures après la séance, l'élimination par l'urine commence à s'atténuer et douze heures après on ne peut plus (avec le procédé employé par l'auteur) y déceler la moindre trace d'iode.

Au contraire, la richesse de la salive en iode a continué à augmenter pour atteindre son maximum environ douze heures après la séance au moment où l'urine n'en renferme plus. (Il est à remarquer que les six premières heures de cette expérience ont été faites de jour et les six heures suivantes de nuit.) Le lendemain matin, seize heures après la séance, l'urine donne à nouveau une légère teinte au chloroforme. Cette teinte augmente pendant la journée pour

(1) L'iode était recherchée dans la salive par électrolyse sur papier amidonné; pour l'urine, Brillouet traitait 10 cm³ d'urine par 2 cm³ d'acide azotique fumant et 1 cm³ de chloroforme.

atteindre son maximum vers 4 heures du soir, vingt-quatre heures après l'expérience. La réaction de la salive, qui avait atteint son maximum pendant la nuit, diminue le matin et reste stationnaire toute la journée. L'élimination par la salive augmente de nouveau la nuit suivante pendant que celle par l'urine fait de nouveau défaut. Après des alternances d'élimination par la salive et par l'urine, l'iode a disparu définitivement de l'urine soixante-huit heures après la séance, tandis qu'il s'en est éliminé par la salive pendant soixante-quinze heures, c'est-à-dire plus de trois jours après l'introduction.

Cette expérience est intéressante en ce qu'elle démontre que l'iode s'élimine non seulement par l'urine, mais par la salive, et que la durée de l'élimination après l'introduction électrolytique de l'I est beaucoup plus longue qu'après introduction par la bouche d'une dose correspondante d'iode. La comparaison du mode d'élimination de l'I introduit électrolytiquement avec l'élimination de l'iode introduit par d'autres voies réclamerait cependant d'autres expériences rigoureuses de dosage d'ions introduits et d'ions éliminés.

B) *Dosage de l'iode introduit.*

Il n'a pas été fait en réalité par LEDUC et ses élèves de dosages réels de l'ion I introduit. Ces auteurs ont, en effet, cherché à connaître la quantité d'ions introduits pendant une séance par un calcul basé sur les lois générales de l'électro-chimie appliqué au cas de l'organisme vivant par le moyen d'hypothèses tirées d'expériences sur la résistance de la peau.

On sait, en effet, par les lois de FARADAY, que pour rompre une valence mesurée en grammes dans une solution d'un électrolyte, il faut 96.537 coulombs. C'est dire qu'il se dégage à chacune des électrodes des quantités d'ions positifs

et négatifs qui sont entre elles dans le même rapport que leur équivalent chimique.

Pour connaître la quantité d'ions qui transportent 1 coulomb, il suffit de diviser l'équivalent chimique de l'ion considéré par 96.537 coulombs. Dans le cas de l'I, cette quantité est de $\frac{126 \text{ g.}}{96.537 \text{ CL}} = 0 \text{ gr. } 001305$.

Pour la même quantité d'électricité, il se dégage à l'électrode négative 0 gr. 000404 de K. Appelons e le poids d'ions qui transporte un coulomb. Connaissant le nombre de coulombs qui a passé (ce nombre est donné par le produit de l'intensité du courant par le temps de son passage $Q = It$), il suffit de multiplier e par Q pour connaître le poids de l'ion considéré qui a transporté ce nombre de coulombs. La part qui revient à chacun des deux ions dans le transport de l'électricité est proportionnelle au rapport de la vitesse de l'ion considéré à la somme des vitesses des deux ions. La part qui revient à l'ion de vitesse u est donc proportionnelle au rapport $\frac{u}{u+v}$ et celle qui revient à l'ion de vitesse v est proportionnelle au rapport : $\frac{v}{u+v}$.

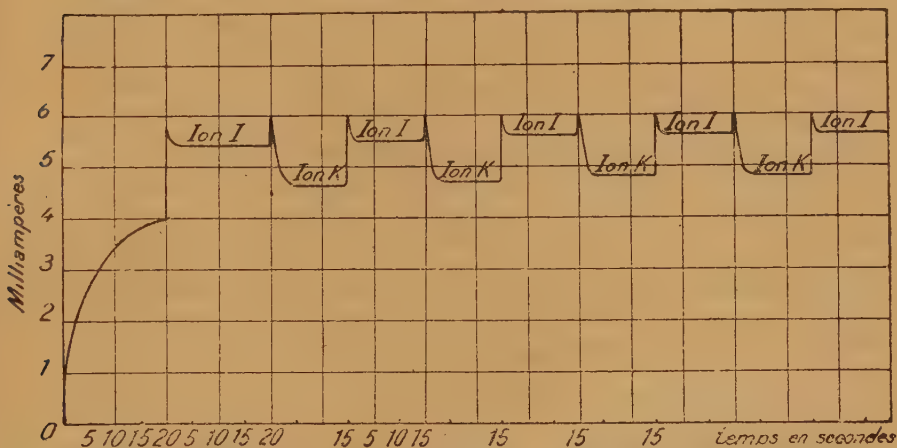
La quantité de chacun des ions qui traverse la cloison poreuse dans l'expérience de HITTORF dans un temps donné est donc mesurée par le produit de ce rapport par le produit $Q e$ qui donne le poids d'ions transportant le nombre de coulombs considéré. C'est cette loi d'électrochimie que S. LEDUC a appliquée au cas particulier du passage des ions à travers la cloison que représente la peau. Comme il n'était pas certain *a priori* qu'on puisse appliquer au cas de la peau les vitesses relatives des ions déterminées *in vitro*, S. LEDUC a cherché à connaître cette vitesse relative du passage à travers la peau.

Après avoir fait des expériences de contrôle pour expliquer la diminution apparente de la résistance de la peau

pendant le passage du courant continu, LEDUC a conclu que les facteurs invoqués pour rendre compte de ce phénomène (imbibition de l'épiderme, dilatation des vaisseaux, etc...) n'influaient en réalité pas sur la résistance de la peau. Il a admis que la conductibilité de la peau dépendait exclusivement de sa richesse en ions et il explique l'augmentation progressive de l'intensité par l'enrichissement en ions de la peau. D'autre part, il considère qu'en mettant sur un point de la peau une très grande électrode, dite indifférente, et sur un autre point une petite électrode, dite active, les modifications de l'intensité que l'on observe pendant le passage du courant sont dues exclusivement aux phénomènes qui se passent au niveau de la petite électrode, là où la densité du courant est la plus grande. Lorsqu'on fait des passages successifs de courant dans ces conditions en changeant le sens toutes les cinq minutes par exemple, on constate qu'au bout d'un certain nombre de renversements l'intensité obtenue avec un voltage déterminé, 6 volts par exemple, est toujours la même pour un même sens du courant, mais différente dans les deux sens du courant. L'intensité pour un voltage déterminé étant proportionnelle à la conductibilité, la conductibilité de la peau étant dans l'hypothèse de LEDUC proportionnelle au nombre des ions introduits, il en déduit que l'intensité obtenue dans chaque sens du courant est proportionnelle à la vitesse de chacun des deux ions. Il prend donc, pour exprimer le rapport des vitesses u et v de passage des deux ions d'un électrolyte à travers la peau, la valeur de l'intensité obtenue dans chaque sens avec un voltage déterminé. Cette expérience étant faite et u et v étant ainsi déterminés pour le cas de la peau, il applique tout simplement le calcul général basé sur la loi de KOHLRAUSCH.

Dans ses expériences, LEDUC a constaté que pour KCl , l'intensité obtenue au bout d'un certain nombre de renversements faits de cinq en cinq minutes (à partir du moment

où l'intensité reste la même pour le même sens du courant) est la même dans les deux sens. Les vitesses de pénétration des ions K et Cl. à travers la peau sont donc égales entre elles, ce qui est d'ailleurs conforme aux résultats des expériences *in vitro*. LEDUC utilise ce fait dans sa technique de mesure de la vitesse relative des ions des différents sels ou des différents électrolytes qu'il a étudiés. Il prend comme électrode indifférente une grande électrode imbibée d'une solution de K Cl. Il n'y a pas de variations d'intensité dues à cette électrode. Toutes les variations d'intensité observées ne seraient donc dues qu'à la petite électrode. La technique de la détermination de la vitesse relative des ions d'un sel ou d'un électrolyte con-



siste donc à comparer les intensités obtenues avec un voltage déterminé dans les deux sens du courant qu'on renverse de cinq en cinq minutes. Si on fait le graphique de cette expérience, on obtient une courbe de la forme de celle que nous reproduisons ici d'après LEDUC. On exprime donc les vitesses u et v des deux ions du corps étudié par les hauteurs des ordonnées prises dans la partie de la courbe où l'intensité reste constante pour chaque sens du courant. Voici pour faire comprendre cette mesure la courbe établie par LEDUC pour K I.

La petite électrode est imbibée d'une solution de K I. Quand elle est négative, c'est l'ion iode qui pénètre ; quand elle est positive, c'est l'ion K.

Les temps en secondes sont portés en abscisses et les intensités en fractions de Ma sont portées en ordonnées. On laisse d'abord passer le courant dans un sens (petite électrode positive : pénétration de l'ion K) pendant quinze à vingt secondes. L'intensité s'élève pendant ce temps et l'on renverse le courant lorsqu'elle est arrivée à un état à peu près stable. Immédiatement l'intensité s'élève pour retomber presque aussitôt à une valeur supérieure à l'intensité maxima qu'on avait obtenue dans le premier sens du courant. Au bout de vingt nouvelles secondes, on renverse de nouveau le courant et on obtient une intensité inférieure à celle de la période précédente ; on continue ainsi les renversements de vingt en vingt secondes jusqu'à ce que l'intensité soit la même dans chaque sens du courant. On néglige le crochet que fait la courbe au moment de chaque renversement, crochet que LEDUC attribue à des phénomènes de polarisation, et on prend la hauteur de l'ordonnée des quinze dernières secondes pendant lesquelles l'intensité ne varie pas dans chaque sens du courant. Dans l'exemple tiré des travaux de LEDUC, l'intensité avec la petite électrode négative (pénétration de l'ion I), est de 5ma,6 et de 4ma,8 avec la petite électrode positive. Le rapport $\frac{5,6}{4,8} = 1,16$ donne le rapport de la vitesse de l'ion I à celle de l'ion K.

Pour connaître la quantité d'ions I qui a pénétré pendant une séance d'ionisation déterminée, BRILLOUET note de deux minutes en deux minutes l'intensité du courant et il fait la moyenne des intensités successives observées. Pour connaître la quantité d'électricité passée, il admet que l'on peut la considérer comme égale à celle qu'aurait donnée un courant d'intensité constante égale à cette valeur moyenne pendant le temps de l'expérience. Un courant de 70 ma de

moyenne pendant une heure introduirait donc une quantité d'iode calculée par la formule suivante :

$$Q_e + \frac{u}{u+v} = 0,001305 \times 0,070 \times 3.600 \text{ sec} \times \frac{5,6}{5,6 + 4,8} =$$

$$= 0,001305 \times 252 \text{ clb} \times \frac{5,6}{10,4} = 0 \text{ g, } 177 \text{ mllg d'I}$$

La valeur de ces deux séries de résultats nous paraît très inégale. La constatation de l'élimination prolongée par la salive et par l'urine constitue un fait positif dont il faut tenir compte dans l'établissement d'une technique de l'ionisation. Mais le dosage par le calcul de la quantité introduite repose surtout sur des hypothèses et aucune mesure directe ne permet de dire si la quantité réellement introduite est bien ou n'est pas celle que donne le calcul. Cette tentative est intéressante en ce qu'elle est la première dans l'étude scientifique de l'ionisation. Elle peut donner une idée de l'ordre de grandeur du phénomène, elle ne peut pas s'appeler un dosage de la quantité d'ions I introduits.

Les expériences de G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ, que nous allons maintenant étudier, nous donnent une base plus solide pour l'établissement d'une technique rationnelle de thérapeutique par l'ionisation et pour l'interprétation des phénomènes cliniques observés.

II. — EXPÉRIENCES DE G. BOURGUIGNON ET CONDUCHÉ

Dans ces expériences, les auteurs ont cherché à connaître le mode d'élimination de l'iode non seulement pendant une séance, mais pendant une série de séances, comme on le fait en thérapeutique. Négligeant l'élimination par la salive, ils se sont attachés dans une première expérience à doser aussi rigoureusement que possible l'iode dans les urines. Considérant que la recherche directe telle que la pratiquait BRILLOUET constituait une méthode qualitative peu susceptible d'être appliquée pratiquement à un dosage, ils ont recher-

ché un procédé de détermination quantitative de l'iode dans les urines et d'une manière générale de l'iode dans des milieux complexes et riches en matières organiques.)

Voici la description qu'ils donnent de leur procédé dans leur communication à l'Académie des Sciences du 29 mai 1922 :

Mode opératoire : « L'urine, rendue nettement basique par une addition suffisante de carbonate de soude, est lentement évaporée, presque à sec. On verse le résidu dans une poêle à frire en fer et on l'additionne de soude caustique en solution concentrée : le tout est alors fortement calciné jusqu'à destruction complète de la matière organique. On reprend par l'eau et on neutralise par l'acide sulfurique en présence de tournesol. La solution obtenue contient l'iode de l'urine à l'état d'iodure alcalin. De ce sel on met l'iode en liberté en ajoutant quelques gouttes de sulfate de nitrosyl en solution sulfurique et on l'extrait à plusieurs reprises par le sulfure de carbone. L'iode communique à la solution sulfo-carbonatée une coloration violette caractéristique ; on ajoute alors une solution d'hyposulfite de concentration croissante jusqu'à décoloration. Pratiquement on peut ainsi reconnaître et doser dans un litre d'urine 1/10 de milligramme d'iode.

Pour contrôler leur méthode, les auteurs ont ajouté à plusieurs reprises dans des urines normales quelques milligrammes d'iode à l'état d'iodure qu'ils ont retrouvés sans perte. Le procédé ordinaire ne permet de déceler aucune trace d'iode dans les urines, alors que le procédé que nous venons de décrire a permis à G. BOURGUIGNON et à CONDUCHÉ de déterminer des traces d'iode atteignant 0 milligr. 1, et le plus souvent même inférieures à 0 m. 05 par litre.

Ils ont établi la courbe de la quantité d'iode en fonction de celle de l'urine émise par le sujet en expérience en dehors de toute introduction d'iode étrangère. Leur méthode leur a permis de voir des différences d'un jour à l'autre, très lé-

gères, mais nettes, en rapport avec les variations de l'alimentation. C'est ainsi que l'absorption de cresson ou de poisson de mer a été suivie d'une légère augmentation de l'iode trouvée dans l'urine de vingt-quatre heures. Cette expérience permet donc de dire que lorsque les urines de vingt-quatre heures ne contiennent que 0 mg. 1 ou moins, cette iode ne provient que de l'alimentation, mais que si la quantité dépasse 0 mg. 1 dans les vingt-quatre heures, l'iode que l'on retrouve dans les urines provient d'autre chose que de l'alimentation.

En même temps que l'iode, les auteurs ont dosé tous les jours dans l'urine des vingt-quatre heures le NaCl éliminé. Voici le tableau de cette expérience :

DATES (de 11 h. à 30' à 11 h. 30') (n - 1 à n)	Centim ³ d'urine émise	GRAMMES de NaCl produits	IODE trouvé en milligrammes
6 Avril.....	1190	13,15	0,05
7 —	1440	19,40	0,1 (ingest. poisson (e m r))
8 —	1680	18,40	0,05
9 —	1655	15,60	0,05 (très faible)
10 —	1310	12,3	0,05
11 —	1480	14,9	—
12 —	1415	16,9	—
13 —	1860	12,1	—
14 —	1320	13,9	—
15 —	1280	12,1	—
16 —	1675	14,9	—
17 —	1620	15,3	—
18 —	1555	12,8	—
19 —	1115	9,15	0,05 (très faible)
20 —	1690	10,3	0,05
21 —	1575	12,7	—
22 —	2050	12,1	—
23 —	1560	12,9	—
24 —	1890	12,8	—
25 —	1200	9,11	0,05 (un peu plus)
26 —	1485	12,6	0,05
27 —	1875	13,6	—
28 —	1850	17,2	0,05 (presque rien)
29 —	1545	10,8	0,05
30 —	1000	9,1	—
1 ^{er} Mai.....	1285	12,7	—
2 —	1390	13,6	—
3 —	1155	12	0,05 (un peu plus, croissant)
4 —	1195	15,4	—
5 —	985	11,5	—

Ces faits étant bien établis, les auteurs ont cherché à réaliser une introduction électrolytique de l'iode dans des conditions aussi rigoureuses que possible et se rapprochant autant que possible des conditions de la thérapeutique.

L'un d'eux (1) a montré que les résultats les meilleurs dans le décollement des cicatrices adhérentes par l'ionisation d'iode était obtenu en localisant le courant aussi étroitement que possible au foyer de la lésion et en faisant des séances quotidiennes d'assez longue durée, mais avec des intensités relativement faibles qui ne dépassaient pas en général 10 ma. C'est donc en plaçant les électrodes d'une manière analogue et en faisant des séances de même durée avec les mêmes intensités que les auteurs ont fait leurs expériences.

Pour connaître aussi exactement que possible la quantité d'électricité qui a passé sans avoir recours à une moyenne dont le résultat est aléatoire, ils ont adopté le montage du sujet en série avec une résistance d'au moins 10.000 ohms qui stabilise l'intensité suffisamment pour qu'on puisse facilement la ramener à une valeur constante pendant toute l'expérience. Il suffit en effet, dans ces conditions, de diminuer légèrement le voltage pour ramener l'intensité à 10 ma sans jamais la laisser dépasser 10 ma. Voici un exemple de cette expérience. A très peu de chose près, le voltage était le même tous les jours.

(1) G. BOURGUENON et CHIRAY. — Notes sur l'ionisation. Voir notes 1, 2, 3, 4 et 5, p. 39.

Expérience du 5 Juillet 1917

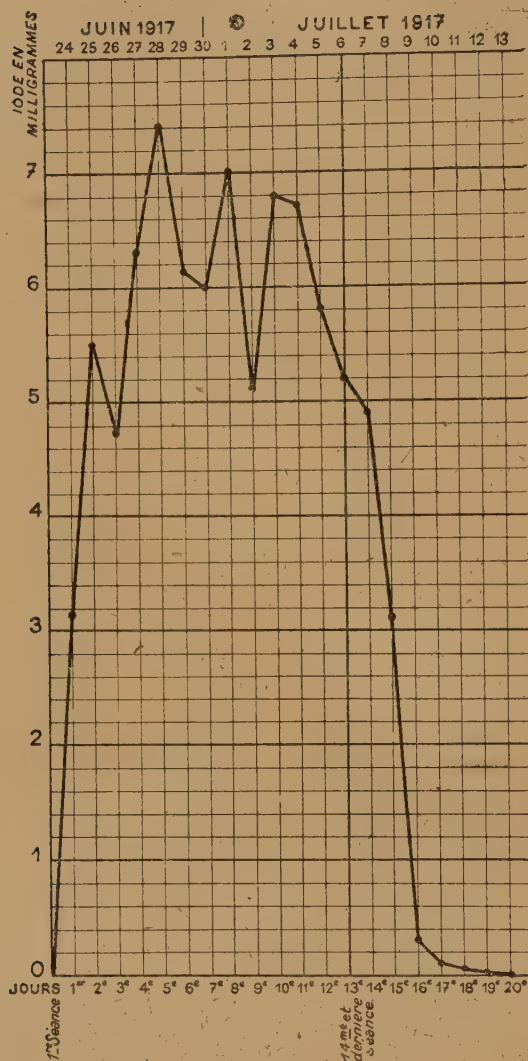
TEMPS de l'expérience	INTENSITÉS	VOLTAGES
6 h. 8'	10 ma	156 v.
6 h. 9'	10,1 10	152 v.
6 h. 10'	10,1 10	149 v.
6 h. 11'	10,05 10	148 v.
6 h. 12'	10,1 10	144 v.
6 h. 13'	10,1 10	143 v. 5
6 h. 19'	10,05 10	142 v. 5
6 h. 26'	10,05 10	141 v.
6 h. 31'	Sensation de brûlure en un point limité sous l'électrode négative	
6 h. 34' 30"	10,5 10	140 v.
6 h. 38'	10 ma	140 v.
Arrêt du courant Durée de la séance : 30'		

On peut dire que dans la séance on a fait passer rigoureusement le nombre de coulombs donné par le calcul

$$Q - It = 10 \text{ ma} \times 1.800 \text{ sec.}$$

Pour supprimer dans la mesure du possible l'introduction d'ions étrangers, les auteurs ont pris comme tissu à imbiber du papier filtre à analyse chimique. Les électrodes étaient constituées de vingt à vingt-cinq épaisseurs de ce papier filtre de 7 centimètres de diamètre. Le courant était amené par des plaques de charbon de 3cm sur 4cm. Le papier filtre de l'électrode négative était imbibé d'une solution de K I à 1 %. Le papier de l'électrode positive était imbibé d'eau distillée. L'électrode positive était fixée tous les jours à la même place à la face postérieure de l'avant-bras gauche et l'électrode négative à la face interne du bras du même côté. La peau était bien nettoyée au savon d'abord, à l'eau distillée ensuite et bien séchée à l'aide du papier filtre à analyse avant l'application des électrodes. La vessie est vidée tous les jours à la même heure immédiatement avant la séance et le sujet se lave bien les mains avant qu'on lui nettoie le bras et l'avant-bras pour l'application des électrodes. L'urine des vingt-quatre heures est recueillie entre deux séances, de sorte que tous les jours on peut rechercher l'iode éliminée après la séance de la veille.

Dans une première expérience, il y a eu six séances quotidiennes d'ionisation dont les durées ont été de trente minutes exactement pour les cinq premières et de vingt-trois minutes pour la sixième. La recherche de l'iode dans les urines des vingt-quatre heures a été poursuivie jusqu'à ce qu'on arrive à n'en trouver que 0 mg. 1, dose maxima que l'expérience précédente a montré qu'il était possible de trouver dans les urines en dehors de toute ionisation. Il a fallu six jours après la dernière séance pour arriver à ce résultat. Les résultats de cette expérience sont réunis dans le tableau suivant et dans la courbe ci-jointe :



Courbe d'élimination de l'iode

DATES des séances d'Ionisation	DURÉE des séances	QUANTITÉ en coulombs	DATES des dosages (24h après les séances)	Quantités d'Iode en milligr. trouvés 24 h. après les séances
1 ^{re} séance				
24 Février 1917 ..	30'	18		
2 ^{re} séance			25 Février 1917..	2mg, 8
25 Février 1917..	30'	18		
3 ^{re} séance			26 Février — ..	7 , 6
26 Février 1917..	30'	18		
4 ^{re} séance			27 Février — ..	6 , 35
27 Février 1917..	30'	18		
5 ^{re} séance			28 Février — ..	8 , 45
28 Février 1917..	30'	18		
6 ^{re} et dernière séance			1 ^{er} Mars 1917....	6 , 40
1 ^{er} Mars 1917....	23'	13,8		
			2 Mars 1917.....	7 , 53
			3 Mars —	6 , 10
			4 Mars —	1 , 2
			5 Mars —	0 , 45
			6 Mars —	0 , 25
			7 Mars —	0 , 15
			Total..	47mg, 48

En calculant la quantité totale d'iode introduite d'après le procédé de S. LEDUC, on trouve :

$$20001305 \times 103 \text{ clb, } 8 \times \frac{5,6}{10,4} = 08, 0729$$

La quantité totale retrouvée dans les urines a été de :
0 gr. 0477, soit 65 %.

Il est à remarquer que l'expérience ainsi faite est d'accord avec celle de BRILLOUET, en ce qu'elle indique que l'élimination se prolonge alors que l'ionisation a cessé. Mais bien que la quantité totale d'iode introduite dans ces six séances quotidiennes ait été certainement inférieure à ce que BRILLOUET avait introduit en une seule séance l'élimination a duré à peu près deux fois plus que dans son expérience ; à moins qu'il ne faille attribuer cette non-concordance à la différence de sensibilité des procédés de recherche. Il serait intéressant de refaire comparativement et avec les mêmes procédés de dosage les deux expériences. Mais il ressort de celle que nous envisageons un fait qui avait forcément échappé avec la technique de BRILLOUET : la première séance n'est pas suivie d'une élimination d'iode aussi importante que les séances suivantes. On retrouve, en effet, dans les urines éliminées après la première séance, à peu près deux fois moins d'iode que les jours suivants. Ce fait, qui nous paraît très intéressant, a été retrouvé dans une deuxième série d'expériences dans laquelle G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ ont essayé non seulement de doser la quantité d'iode éliminée après l'ionisation, mais aussi de faire un dosage direct de l'iode introduite. En même temps, ils ont cherché à voir si l'on pouvait mettre en évidence une issue d'ions I hors de l'organisme au niveau de l'électrode positive.

Les expériences de dosage direct de l'ion iode introduit présentent beaucoup de difficultés. Il en résulte que les chiffres trouvés ne sont pas toujours aussi voisins les uns des autres que dans le dosage de l'iode éliminée, mais ils sont du même ordre de grandeur, de sorte que la connaissance de la quantité d'iode introduite, dosée directement, pour n'être pas absolument rigoureuse, est cependant très satisfaisante. C'est ce qui ressort de l'étude détaillée de cette expérience.

Pour doser l'iode introduite, les auteurs ont substitué à

l'électrode négative placée à la face interne du bras un cristallisoir dans lequel ils mettent une solution d'iodure d'un titre plus faible que dans l'expérience précédente, de manière à y doser plus facilement l'iode par différence. 100 cm³ exactement mesurés dans un ballon jaugé d'une solution de KI à 1 ou 2/1.000, au lieu de 1/100, sont versés dans ce cristallisoir préalablement lavé et bien séché. Le courant est amené à la même plaque de charbon plongeant dans ce cristallisoir et le sujet introduit la main fermée dans la solution. Les autres conditions de l'expérience sont restées les mêmes. Au lieu de six séances quotidiennes d'ionisation, il en a été fait quatorze. Tous les jours l'iode était dosée dans les urines. Des conditions matérielles tenant à l'époque (pendant la guerre) à laquelle ces expériences ont été faites ont empêché de faire quotidiennement le dosage de l'iode disparu du cristallisoir, mais il a été fait un nombre de fois suffisant pour qu'on puisse dire que la quantité d'iode disparue dans le cristallisoir et celle retrouvée dans les urines à la période de plateau de l'élimination sont du même ordre de grandeur. Ainsi les quantités d'iode retrouvées dans les urines de vingt-quatre heures ont été comprises entre 0 gr. 005 et 0 gr. 0074. Les quantités d'iode disparues dans le cristallisoir ont été comprises entre 0,005 et 0,0076.

ORDRE des séances	DATES des séances d'ionisation	DURÉE des séances	QUANTITÉS en coulombs	DATES DES DOSAGES dans les urines	QUANTITÉS D'IODE en milligr. trouvés dans l'urine des 24 heures
1 ^{re}	23 Juin 1917.....	30'	18	24 Juin 1917.....	3 ^{mg} , 15
2 ^e	24 —	30'	18	25 —	5 , 5
3 ^e	25 —	30'	18	26 —	
4 ^e	26 —	30'	18	27 —	4 , 75
5 ^e	27 —	30'	18	28 —	6 , 30
6 ^e	28 —	23'	13, 8	29 —	7 , 40
7 ^e	29 —	24'	14, 4	30 —	6 , 15
8 ^e	30 —	30'	18	1 ^{er} Juillet 1917.....	6
9 ^e	1 ^{er} Juillet 1917.....	32'	19, 2	2 Juillet 1917.....	7
10 ^e	2 Juillet 1917.....	29'	17, 4	3 —	5 , 1
11 ^e	3 —	30'	18	4 —	6 , 8
12 ^e	4 —	30'	18	5 —	6 , 7
13 ^e	5 —	30'	18	6 —	5 , 8
14 ^e	6 —	30'	18	7 —	5 , 2
et dern. séance				8 —	4 , 9
			244, 8	9 —	3 , 1
				10 —	0 , 3
				11 —	0 , 1
				12 —	0 , 1
				Total.....	78 ^{mg} , 35

Voici par exemple une expérience du 29 juin 1917 : après une séance de vingt-quatre minutes avec 10 ma, il a disparu dans le cristallisoir 0 gr. 0076 d'iode. Dans l'urine des vingt-quatre heures du 30 juin, on a trouvé 0 gr. 006, soit 79 %.

Le calcul proposé par LEDUC pour le dosage de l'ion I introduit donne pour cette même expérience :

$$0 \text{ gr. } 001305 \times 14 \text{ clb,4} \times \frac{5 \text{ } 6}{10,4} = 0 \text{ gr. } 01011$$

L'écart entre la quantité d'iode disparue dosée directement et par ce calcul est donc notable, il est de 33 %. D'autre part, le dosage direct est beaucoup plus voisin des quantités éliminées que le calcul.

L'étude de l'élimination dans cette expérience a montré qu'elle s'est faite d'une manière comparable à ce qui s'était passé dans la première. Mais il y a un peu plus d'irrégularité dans l'élimination d'un jour à l'autre et pour des séances égales en durée et en intensité, l'élimination a été d'une façon générale plus faible que dans la première série. D'autre part, l'élimination n'a duré que quatre jours au lieu de six après la dernière séance.

Il est difficile, à l'heure actuelle, de dire à quel facteur ces différences doivent être rapportées. De nouvelles expériences seraient nécessaires pour élucider ce point. Cependant il est vraisemblable que ces différences tiennent surtout à ce que la peau des mains et la peau de l'avant-bras n'ont pas la même structure. Etant donné, d'après tout ce que l'on sait, que c'est par les orifices glandulaires que le courant peut pénétrer, il est logique de supposer que c'est parce que ces orifices sont moins nombreux et que leur calibre est moindre à la paume de la main qu'à la face interne du bras, que la pénétration de l'ion iode y est moins importante. Quoi qu'il en soit ce point n'est que secondaire, car les différences que nous signalons, ainsi qu'il ressort de

l'étude de nos tableaux et de nos courbes, sont relativement minimes.

De ces deux séries d'expériences, il résulte que l'élimination journalière n'atteint sa valeur qu'après la deuxième séance et que, d'autre part, l'élimination se poursuit pendant quatre à six jours après la dernière. Nos courbes montrent qu'on peut diviser une série d'ionisation en trois parties :

- a) Une période d'élimination croissante de la première à la deuxième séance ;
- b) Une période d'élimination en plateau de la deuxième séance au lendemain de la dernière ;
- c) Une période d'élimination décroissante qui dure plusieurs jours après la dernière séance.

G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ ont encore cherché si on pouvait déceler la libération d'iode au niveau de l'électrode positive. De nombreuses expériences faites par différents auteurs (1) depuis longtemps avaient donné des résultats contradictoires ; et, en général, en se mettant préalablement à l'abri de la contamination de l'électrode positive par un peu d'iodure, on n'observe pas de bleuissement de l'empois d'amidon dont on imbibe cette électrode.

G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ, tout en faisant leurs expériences en vue des dosages, les ont disposées un certain nombre de fois de manière à voir si réellement il est possible d'extraire de l'iode de l'organisme de l'électrode positive. Ils ont remplacé l'eau distillée de cette électrode par un empois d'amidon fait à l'eau distillée. L'expérience répétée sept ou huit fois a donné presque toujours un résultat négatif. Mais dans deux expériences le résultat a été positif et dans des conditions telles qu'il n'est pas permis de douter de la réalité du phénomène. En effet, les précautions les plus minutieuses ont été prises pour éviter la contamination

(1) Thèse de Brillouet. Cf. page 17-18-19-20.

de l'électrode positive par un peu d'iodure. Comme nous l'avons dit, la peau du sujet était soigneusement nettoyée avant l'application des électrodes. En outre, l'électrode positive a toujours été mise en place avant qu'on ne touche à la solution et à la préparation de l'électrode négative. L'aide qui appliquait l'électrode positive ne touchait pas à l'électrode négative qui était placée par un autre aide. Enfin, une expérience de contrôle était faite en faisant passer le courant seulement à travers le papier filtre imbibé du même empois d'amidon que celui qui avait servi à l'expérience. Cette expérience de contrôle a été négative dans les deux cas où l'on a observé le bleuissement à l'électrode positive sur le sujet. Les deux expériences dans lesquelles le bleuissement a été obtenu ont présenté une condition particulière qui s'est répétée les deux fois : dans ces deux expériences, il s'est produit une brûlure sous l'électrode positive.

Or, le bleuissement s'est produit exclusivement sur une surface égale à celle de la brûlure et de même forme qu'elle.

— Cette expérience établit à la fois la réalité de la sortie d'ions I hors de l'organisme au niveau de l'électrode positive et la raison du résultat négatif obtenu dans la plupart des cas par les auteurs qui ont opéré avec précaution.

Il est facile de se rendre compte que la concentration en ions I sous l'électrode positive ne peut être que très faible puisqu'il est démontré que l'ion iode introduit sous l'électrode négative, comme n'importe quel ion d'ailleurs, ne pénètre qu'à quelques millimètres de profondeur dans la peau et est pris immédiatement dans la circulation. L'iode qui a été extrait ne peut donc pas provenir directement de l'électrode négative, mais exclusivement de l'électrolyse de l'iode en circulation dans le sang. Cette concentration étant très faible, la quantité d'ions iode qui sort de l'organisme avec le courant, en même temps que les autres ions négatifs et particulièrement l'ion chlore, se trouve avoir une densité extrêmement faible dans les cas ordinaires au niveau du papier imbibé d'empois d'amidon. Mais dans le cas de la

brûlure, la disparition de l'épiderme au niveau de la lésion constitue un point où la résistance est considérablement diminuée ; il en résulte que la densité du courant est infiniment plus considérable au niveau de la brûlure que sur le reste de la peau en contact avec l'électrode. La concentration uniforme de l'ion iodé dans les cas ordinaires se trouve trop faible pour provoquer la réaction, mais l'augmentation locale de la densité du courant sur une toute petite surface produit une concentration localement plus grande de l'ion iodé issu de l'organisme, concentration qui peut devenir suffisante pour réagir sur l'empois d'amidon.

Il est probable qu'en refaisant systématiquement l'expérience au niveau d'une excoriation, ou en employant une électrode positive de très petite surface, le bleuissement de l'amidon sera la règle et non plus l'exception. Quoiqu'il en soit, cette expérience de G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ, faite dans des conditions aussi rigoureuses que celles qu'ils ont toujours observées, prouve la réalité de l'extraction d'iode en très faible quantité.

De ces expériences, on peut tirer les conclusions fermes suivantes :

1° L'élimination de l'iode suivie dans une série de séances et non dans une seule ne s'établit pas d'emblée à son taux maximum ;

2° L'élimination de l'iode après la dernière séance se prolonge plus longuement qu'après ingestion par la voie stomacale (en se basant sur les auteurs qui ont étudié cette question) ;

3° A partir de la deuxième ou troisième séance jusqu'à la dernière, l'élimination se fait en plateau ;

4° Au niveau de l'électrode positive, il sort de l'organisme de très faibles quantités d'iode ;

5° Il est possible de doser directement la quantité d'iode introduite et l'expérience montre une correspondance très satisfaisante entre les quantités introduites et les quantités

éliminées. La différence par défaut trouvée entre les quantités éliminées et les quantités introduites s'expliquent en partie au moins par le fait de l'élimination par la salive constatée par BRILLOUET. Mais le rapport entre les deux chiffres montre que les trois quarts au moins de l'iode introduit s'élimine par les urines : *Le rein constitue donc la principale voie d'élimination de l'iode introduite électrolytiquement.*

Interprétation de ces Expériences

En comparant ces différents résultats expérimentaux, il semble qu'on puisse interpréter le mécanisme d'action de l'ionisation et en tirer des directives pour le choix de la technique.

L'interprétation que G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ déduisent de leurs expériences nous paraît très plausible et très satisfaisante pour l'esprit.

La période d'élimination croissante du début et la prolongation de l'élimination pendant plusieurs jours après la dernière séance permettent de supposer que la quantité d'iode introduite à la première séance est divisée en deux parts qui, dans les deux séries, se sont montrées sensiblement égales : l'une est éliminée dans les vingt-quatre heures suivantes, l'autre est retenue dans l'organisme. C'est cette réserve qui s'élimine progressivement après la cessation de l'ionisation. Dans l'intervalle de ces deux phases, l'élimination quotidienne est sensiblement constante et du même ordre de grandeur que la quantité introduite par séance. Dans cette période, il y a donc équilibre entre ce qui entre et ce qui sort avec une réserve constante. D'autre part, l'expérience qui démontre indubitablement qu'une très petite quantité d'iode sort de l'organisme au niveau de l'électrode positive montre qu'il y a de l'iode en circulation.

Que devient l'iode mise en réserve par l'organisme ? Il est impossible actuellement de répondre à cette question qui est susceptible, d'ailleurs, d'une étude expérimentale. Mais il n'est pas défendu de faire une hypothèse : étant donné que l'on sait l'affinité de l'iode pour le corps thyroïde, il est permis de supposer que c'est le corps thyroïde qui retient ce qui ne s'est pas éliminé dans les vingt-quatre premières heures après la première séance et qui s'élimine en plusieurs jours après la dernière séance. La première séance aurait donc pour effet de constituer la réserve qui ne comprend d'ailleurs qu'une partie de l'iode introduite. Les séances suivantes maintiennent l'équilibre entre la réserve constante, la quantité qui entre sous l'électrode négative, la quantité qui sort sous l'électrode positive, la quantité qui circule et la quantité qui s'élimine en vingt-quatre heures par les reins et les autres voies possibles. Le corps thyroïde dans cette hypothèse — ou tout autre organe si l'expérience le démontrait — jouerait donc vis-à-vis de l'ion iode un rôle analogue à celui que joue le foie vis-à-vis du sucre ; il entreprendrait une iodémie à un taux dont on ne peut dire actuellement s'il varie avec les quantités introduites ou s'il en est indépendant, puisque l'expérience a été faite toujours dans les mêmes conditions, introduisant de 0 gr. 005 à 0 gr. 008 d'iode par jour.

Cette iode, mise en réserve puis déversée dans la circulation, subit évidemment l'électrolyse sur tout le trajet des lignes de force qui vont d'une électrode à l'autre, c'est-à-dire qu'elle est libérée au contact des tissus pendant la séance. Dans cette conception, la pénétration d'un topique local qui avait été recherchée par les premiers auteurs qui ont songé à employer les courants électriques pour faire pénétrer les médicaments dans l'organisme, n'est pas réalisée par le transport direct pendant la séance de l'ion actif de l'électrode jusqu'au sein du tissu malade. C'est la libération par électrolyse de l'iode en circulation qui réalise cette

action locale secondairement, de sorte qu'on peut se demander si le même résultat ne serait pas obtenu en introduisant l'iode par n'importe quelle autre voie (injection sous-cutanée, ingestion digestive) et en faisant passer un courant électrique très localisé, tous les jours, au niveau du foyer de la lésion que l'on veut traiter. Cette libération de l'iode en circulation par l'électrolyse paraît lui conférer une activité plus grande que celle qu'elle possède lorsqu'elle est simplement transportée par le sang. Les observations cliniques que nous exposons dans la deuxième partie de notre thèse apportent à cette manière de voir une confirmation évidente.

L'hypothèse que nous exposons ici un peu longuement présente, à nos yeux, le mérite de tenir compte du fait démontré que l'ion n'est pas porté directement de l'électrode au tissu malade et passe dans la circulation, et de tenir compte des faits cliniques qui démontrent d'une manière évidente une action locale prépondérante dans la thérapeutique par l'introduction électrolytique de l'iode.

C'est sur ces études expérimentales et sur les observations cliniques dans le traitement des cicatrices que G. Bourguignon a basé la technique qu'il propose et que nous allons maintenant décrire.

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE

Dans l'établissement de sa technique, G. BOURGUIGNON a cherché à *localiser le courant aussi exactement que possible au foyer de la lésion à traiter*, pour les raisons que nous avons indiquées dans le chapitre précédent. C'est donc une technique différente de celle employée par LEDUC et ses élèves. Ces auteurs, en effet, ayant surtout en vue le fait de l'action générale du médicament introduit dans la circulation, ont surtout cherché à en faire pénétrer les plus grandes quantités possibles sans s'inquiéter de la localisation. G. BOURGUIGNON s'est, au contraire, attaché plus à la localisation qu'à la quantité locale introduite, et de fait l'expérience montre que les résultats obtenus paraissent beaucoup plus liés à la localisation qu'à la quantité d'ions introduits. La dose de 0 gr. 007 à 0 gr. 008 par jour lui a paru parfaitement suffisante et nos propres observations corroborent cette manière de voir. Peut-être même y a-t-il dans cette différence de technique l'explication des opinions si divergentes des thérapeutes à l'heure actuelle sur l'efficacité des traitements par ionisation.

A notre sens, S. LEDUC et ses élèves ont eu raison de penser que le fait d'introduire l'iode électrolytiquement lui con-

fière des propriétés telles qu'elle s'incorpore plus complètement à l'organisme. Cette opinion, qu'acceptent parfaitement BOURGUIGNON et CONDUCHÉ, est d'accord avec les recherches des auteurs (1) (2) qui ont montré que l'iode s'élimine d'autant plus lentement de l'organisme qu'on la lui offre sous une forme qui lui est moins étrangère, et avec une thèse récente faite dans le laboratoire du professeur POUCHET, qui expose que l'iode colloïdal est de tous les moyens d'introduire de l'iode par la voie sous-cutanée celui qui donne l'élimination la plus lente (3).

L'introduction électrolytique présente, en outre, sur tous les autres modes la supériorité de localiser l'action de l'iode sur le trajet des lignes de force.

Basée sur ces principes, la technique de G. BOURGUIGNON est la suivante :

I. — APPAREILS

A) *Source d'électricité.*

La meilleure de beaucoup est fournie par les accumulateurs parce que leur débit est tout à fait constant.

La technique idéale est celle dans laquelle l'intensité est stable pendant toute la durée de la séance. Les phénomènes complexes dont la peau est le siège pendant le passage du courant, et sur la nature desquels la lumière est loin d'être faite, ont pour résultat de déterminer une augmentation de l'intensité pendant un temps qui peut atteindre la durée des séances de traitement. Il en résulte qu'il faut à chaque ins-

(1) SAVY. — De l'introduction diod rmique des médicaments sous tension électrique. — Thèse de Lyon, 21 juin 1895.

(2) FÉRÉ et TIXIER. — Etude sur la durée de l'élimination rénale de l'iode de K. — Comptes rendus de la Soc. de biol. 1906, pp. 189 et 1024.

(3) PAULINE LACHÉRET. — Etude d'une forme colloïdale de l'iode. — Thèse Paris 1921.

tant ramener l'intensité à la valeur que l'on désire ne pas dépasser.

En mettant en série avec le sujet des résistances convenablement choisies, on atténue considérablement ces variations d'intensité. On devrait donc ne faire de traitement par ionisation, et d'une façon générale par courant continu, qu'en mettant au moins 10.000 ohms en série avec le sujet. Les résistances les meilleures et les plus fixes sont des résistances métalliques faites avec les alliages qui ont un coefficient thermique très faible (constantan, argentan, manganine, nickelchrôme, etc...).

Si on opère sans résistance en série, une vingtaine d'éléments d'accumulateurs suffisent (40 volts environ). Avec une résistance de 10.000 ohms en série, il faut pouvoir disposer d'une source de potentiel environ deux fois plus grande.

B) *Electrodes.*

Les électrodes doivent satisfaire à certaines conditions :

- 1° Elles doivent pouvoir être appliquées très exactement sur la surface cutanée à traiter ;
- 2° Elles doivent n'apporter aucun ion étranger à celui que l'on veut introduire.

Pour ces raisons, il faut rejeter les électrodes garnies de feutre ou de peau de chamois. Ces électrodes manquent de souplesse, elles introduisent les ions du feutre et de la peau de chamois qui sont des matières organiques riches en toutes sortes de sels.

Le mieux est d'avoir des plaques et des garnitures séparées, ces dernières étant taillées à la dimension voulue dans chaque cas.

Garnitures : La garniture idéale est certainement le papier filtre pour analyses des chimistes. Il s'imbibe bien, ne se tasse pas et se moule, lorsqu'il est mouillé, très exactement sur la surface sur laquelle on l'applique. Il est absolument

dépourvu de sels et ne subit aucune modification sous l'influence du passage du courant. Il n'apporte donc aucun ion étranger. Son inconvénient est d'être assez fragile, d'où la nécessité de le renouveler, sinon à chaque séance, du moins fréquemment.

L'amiante présente les mêmes avantages au point de vue de la pureté ; on peut faire des coussinets bourrés d'amiante filamenteuse enfermée dans de la toile d'amiante. Ces garnitures sont très résistantes et peuvent servir longtemps. Mais elles se moulent moins facilement sur les surfaces à traiter que le papier filtre mouillé.

Le coton hydrophile n'introduit théoriquement aucun ion étranger : pratiquement, il ne présente jamais la pureté de l'amiante ou du papier filtre. Mais ce qu'il introduit est assez minime pour qu'on puisse le négliger lorsqu'on ne veut pas faire des expériences rigoureusement dosées. On peut donc l'employer. C'est même la garniture la plus pratique parce qu'on en trouve facilement dans le commerce, parce que le coton hydrophile mouillé s'applique très bien sur les surfaces cutanées et parce qu'il est assez résistant pour n'avoir pas besoin d'être renouvelé trop souvent.

En résumé, pour les expériences rigoureuses, il faudra employer le papier filtre, et dans la pratique l'amiante ou le coton, en donnant encore la préférence à ce dernier.

Entre chaque séance, on conservera les garnitures dans une cuvette contenant la solution avec laquelle elles doivent servir. On peut réchauffer au bain-marie avant chaque séance, pour éviter le froid désagréable à la peau.

Plaques. — La plaque doit avoir des dimensions d'environ 8 cm x 10 cm, la surface réelle étant déterminée par celle de la garniture.

L'étain présente l'avantage de ne pas être toxique et de fournir, lorsqu'elles sont assez minces, des plaques très malléables, donc très faciles à bien appliquer. Mais il est atta-

qué par le courant et il en pénètre forcément au niveau de l'électrode positive.

Les plaques de charbon ne subissent pas d'électrolyse et n'introduisent, par conséquent, rien dans l'organisme, à condition que l'on fasse attention à se servir toujours de la même plaque pour le même pôle et d'avoir des plaques différentes pour les différents ions qu'on utilise. Pour éviter l'enrichissement du charbon en ions libérés par séance, il faut laver soigneusement les plaques après chaque séance et les conserver dans l'eau distillée. Les plaques de charbon ont, en outre, le très grand inconvénient d'être rigides.

Pratiquement, la plaque d'étain nous paraît la meilleure électrode.

C) *Solution.* — L'iodure de potassium à 1/100.

Plus les solutions sont faibles, plus elles sont ionisées et les phénomènes d'électrolyse paraissent s'accomplir d'une manière générale mieux dans les solutions faibles que dans les solutions concentrées. Il va de soi que la solution doit être faite avec de l'eau distillée et avec un sel chimiquement pur.

C'est l'électrode négative qui est imbibée de la solution. L'électrode positive est imbibée d'eau distillée ou d'eau de source.

II. — APPLICATION

A) *Disposition des électrodes.*

Il résulte de ce qui a été dit au précédent chapitre que la situation des électrodes est loin d'être indifférente et *qu'il faut localiser le courant le plus rigoureusement possible à la zone que l'on veut traiter.*

Il faut toujours placer les électrodes de telle façon que le membre soit traversé de part en part par le courant, faute de quoi on risque de ne pas atteindre une densité suffisante dans toute l'épaisseur du tissu malade. *Il ne faut pas mettre les deux électrodes sur la même face d'un membre.* Il faut

les disposer de telle manière que le courant traverse obliquement la zone qu'on traite. Si on a à traiter simultanément plusieurs membres, il faut mettre une électrode positive et une négative sur chacune des régions à travers lesquelles on fait passer le courant de manière à réduire le plus possible la diffusion.

Il faut ne traiter simultanément de cette manière que des régions symétriques pour que l'intensité se partage en deux parties égales aussi rigoureusement que possible entre elles.

Pour procéder autrement, il faudrait disposer d'autant de réducteurs de potentiel et de galvanomètres que l'on traiterait simultanément de régions.

B) Intensités.

Contrairement à la pratique la plus répandue, BOURGUIGNON n'emploie que des intensités faibles, comprises entre 3 et 15 ma par région, suivant la surface de la région traitée. La plupart de nos traitements sont faits avec 10 ma au maximum.

Il vaut mieux faire des intensités faibles et des temps de traitement plus longs que de faire l'inverse.

Dans de nombreux cas où l'ionisation à haute intensité avait échoué, l'ionisation à faible intensité a donné des résultats.

G. BOURGUIGNON propose l'hypothèse suivante pour expliquer ce fait :

Il est très vraisemblable que, comme nous l'avons dit plus haut, le courant électrique ne peut pénétrer à travers la peau intacte qu'au niveau des orifices glandulaires, la couche cornée de l'épiderme formant une barrière impénétrable tant à l'électricité qu'à n'importe quel autre agent physique agissant sur sa surface sans la détruire. Au niveau des orifices glandulaires, il n'en est pas de même et les choses se passent comme à la surface d'une muqueuse. C'est dans ces orifices que vont se faire les échanges d'ions entre la solution et l'organisme. Si le courant est très intense, le

nombre d'ions transportés dans un temps donné est très considérable et il est probable que dans ces conditions ils s'amassent à l'entrée des canaux qu'ils obstruent. Au contraire, avec une intensité faible, le nombre d'ions transportés dans le même temps est faible ; ces ions qui se présentent en quelque sorte sans se bousculer à l'orifice de la glande y pénètrent facilement. Le nombre d'ions transportés dans la solution est toujours le nombre prévu théoriquement par les lois de l'électrolyse, mais le nombre d'ions qui pénètrent peut être très inférieur à ce nombre transporté si les conditions dans lesquelles on opère créent une barrière qui arrête les ions à leur entrée dans les canalicules.

Il y aurait là quelque chose de comparable à ce qui se passe dans l'extraction du jus de viande par la presse : pour extraire beaucoup de jus, il faut exercer une pression modérée pendant un temps prolongé, pression qu'on augmente en suivant l'écoulement du liquide. Au contraire, en établissant dès le début de l'opération une pression très forte, le débit est insignifiant ; les orifices s'obstruent et le liquide, au lieu d'être extrait, est retenu dans les mailles du tissu.

C) *Durée des séances.*

La durée minima pour obtenir des résultats sérieux est d'une demi-heure. Il peut y avoir des inconvénients à l'abréger, il n'y en a aucun à l'augmenter.

Nous avons adopté cette durée d'une demi-heure parce qu'elle n'oblige pas le malade à une astreinte pénible et parce qu'elle nous a toujours paru suffisante pour obtenir des résultats.

D) *Rythme des séances.*

Pour les raisons tirées des expériences de G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ, nous faisons des séances quotidiennes pendant les six premiers jours. Ensuite trois séances par semaines sont suffisantes, mais il n'y a aucun inconvénient

à faire des séances quotidiennes pendant chaque période de traitement.

Lorsqu'on a fait une quinzaine de séances, on laisse le sujet reposer pendant environ vingt jours et on recommence une nouvelle série.

Les améliorations commencées pendant une série s'accusent pendant au moins quinze jours après l'arrêt. En général, c'est au début du repos et au début des reprises que les améliorations sont les plus sensibles. Et cela nous l'avons constaté quelle que soit l'affection traitée par cette méthode. Ces interruptions ont, en outre, pour avantage, d'éviter les phénomènes d'accoutumance qui existent avec tous les procédés thérapeutiques.

Nous arrêterons ainsi le schéma d'un traitement par ionisation :

- a) Six séances quotidiennes la première semaine ;
- b) Puis trois séances par semaine pendant trois autres semaines ;
- c) Repos de quinze à vingt jours ;
- d) Reprise suivant le même mode et ainsi de suite jusqu'à amélioration satisfaisante.

Les succès de notre méthode dépendent beaucoup de la régularité du traitement, de la persévérance du malade et de la patience du médecin.

TROISIÈME PARTIE

I. Traitement des Cicatrices cutanées adhérentes par l'ionisation. - Résultats obtenus.

Ce chapitre de notre travail appartient au Centre Neurologique de la X^e région. Les observations que nous rapportons sont celles de blessés de guerre au traitement desquels nous avons collaboré sous la direction de MM. CHIRAY et BOURGUIGNON. Nous faisons de larges emprunts aux notes qu'ils publièrent en collaboration en 1916 et 1917 sur cette importante question.

MM. CHIRAY et G. BOURGUIGNON. — *Presse Médicale*, 3 août 1916 :

« L'ionisation dans le traitement des cicatrices adhérentes simples ou compliquées de contractures des membres. »

G. BOURGUIGNON et CHIRAY. — *Bulletin de la Société Médicale des Hôpitaux*, 26 octobre 1916 :

« Libération des cicatrices adhérentes par l'ionisation d'iode de potassium. »

CHIRAY et G. BOURGUIGNON. — *Bulletin de la Société Médicale des Hôpitaux*, 26 octobre 1916 :

« Traitement des contractures chez les blessés porteurs de

cicatrices adhérentes par l'action combinée de l'ionisation d'iodure de potassium et de la mobilisation forcée.

G. BOURGUIGNON et CHIRAY. — *Bulletin de la Société Médicale des Hôpitaux*, 23 février 1917 :

« Action parallèle du traitement galvanique localisé au siège de la blessure sur la libération des cicatrices cutanées adhérentes et sur la régression des troubles moteurs dans le domaine des nerfs sous-jacents (galvanisation locale par électrode négative imbibée d'une solution d'iodure de potassium). »

CHIRAY et G. BOURGUIGNON. — *Bulletin de la Société Médicale des Hôpitaux*, 23 février 1917 :

« Action parallèle du traitement galvanique localisé au siège de la blessure sur la libération des cicatrices cutanées adhérentes et sur la régression des troubles circulatoires trophiques et douloureux dans le domaine des nerfs sous-jacents (galvanisation locale par électrode négative imbibée d'une solution d'iodure de potassium). »

L'étude des résultats obtenus à l'aide du traitement que nous proposons doit envisager :

- 1° Les effets sur la cicatrice cutanée elle-même ;
- 2° Les effets sur les tissus profonds situés au niveau du foyer cicatriciel.

I. — ACTION SUR LES CICATRICES CUTANÉES ADHÉRENTES

C'est surtout lorsqu'on s'adresse à des cicatrices anciennes définitivement fixées, ne paraissant plus susceptibles de modifications spontanées, que l'action de l'ionisation est remarquable.

Les modifications apparaissent avec régularité dans un ordre constant qu'on peut schématiser en trois stades :

1^{er} Stade : *Décoloration*. — La cicatrice rouge ou violacée

devient rosée puis plus ou moins blanche, sa coloration tendant à devenir celle de la peau normale.

2° *Stade : Amincissement et assouplissement.* — L'épaisseur des tissus cicatriciels décroît ; l'induration diminue. Les plis profonds adhérents s'effacent. Par contre l'épiderme, primitivement mince, pelliculaire, s'épaissit, se décolle et se laisse plisser.

3° *Stade : Décollement.* — La dépression qui existait au niveau de la cicatrice se comble. Cette dernière glisse librement sur les plans profonds. Elle est véritablement « libérée » de ses attaches aponévrotiques et musculaires, et cela se traduit encore par le fait qu'elle n'est plus entraînée par la contraction des muscles sous-jacents.

Il arrive parfois que, la cicatrice cutanée étant décollée, on sente une cicatrice profonde formant un plan plus ou moins fibreux. Le traitement galvanique ne semble pas avoir une suffisante efficacité sur ce tissu fibreux profond. Nous proposons pour ces cas l'association de la radiothérapie à l'ionisation.

Parallèlement aux modifications physiques que nous venons d'indiquer, l'élément subjectif d'hyperesthésie s'atténue : la cicatrice devient indolore et ne gêne plus le malade.

L'action spéciale de l'ion iode dans ces résultats a été mise en discussion. Pour certains auteurs, l'assouplissement des cicatrices est exclusivement obtenu par l'action du pôle négatif, quels que soient les ions négatifs employés. Les expériences suivantes nous permettent d'affirmer que cette opinion n'est pas fondée :

1° Deux malades ont été traités, l'un pendant six semaines, l'autre pendant cinq semaines, par action sur la cicatrice d'un pôle négatif imbibé d'eau pure (action des différents ions négatifs contenus dans l'eau de source). Il n'y a eu aucun résultat. Les mêmes sujets sont ensuite soumis à l'ionisation iodurée (action isolée de l'ion iode) : ils ont

évolué de façon favorable en cinq semaines. Dans les deux séries de traitements la durée des séances et l'intensité employée étaient les mêmes ;

2° Un blessé porteur de deux cicatrices à la cuisse a été traité simultanément avec une plaque négative iodurée sur l'une des cicatrices et une plaque positive sans iodure sur l'autre. Au bout de cinq semaines de ce traitement, la cicatrice traitée par l'ionisation d'iode était améliorée, l'autre n'était que peu modifiée. L'échec était toutefois moins complet que chez les deux blessés précédents, sans doute en raison de l'iode absorbée au niveau de la cicatrice traitée par la plaque négative iodurée. L'action s'étendait donc, moins, mais manifeste, à la cicatrice non soumise à l'iode. Ceci témoigne encore que l'ionisation agit à la fois par action locale et par action générale de l'iode absorbée. Pour finir l'expérience, on substitua à la plaque négative sans iodure une plaque négative iodurée et au bout de quelques semaines les deux cicatrices s'étaient améliorées de façon comparable.

Le pourcentage des résultats heureux est remarquable. On peut dire qu'ils sont presque constants. Voici une des statistiques du Centre Neurologique établie en 1916 :

223 blessés ont été traités par l'ionisation entre le début d'octobre 1915 et le début de mai 1916. Il y a eu 85 % de succès. Et les 15 % qui ont été considérés comme échecs étaient des cas dans lesquels le seul résultat obtenu a été un résultat esthétique. Le traitement n'a produit que la modification de couleur et d'aspect de la peau au niveau de la cicatrice avec léger assouplissement sans amener le décollement.

Encore est-il que chez un des malades qui faisait partie des 15 % d'échecs au bout des deux mois nous avons vu le décollement commencer en prolongeant le traitement deux mois de plus. On peut en conclure que si les blessés évacués après deux mois d'ionisation avaient été gardés plus long-

temps au Centre, le pourcentage des échecs relatifs aurait sans aucun doute été abaissé.

Quel est le temps nécessaire à l'obtention des résultats indiqués? — Ils sont quelquefois extraordinairement rapides et la cicatrice se décolle en huit ou dix jours. Dans la plupart des cas, c'est en cinq ou six semaines. Ce n'est qu'au bout de trois ou quatre mois dans quelques formes rebelles. L'expérience a montré que même dans les cas ordinaires où le résultat paraît suffisant en cinq ou six semaines, il est bon de prolonger le traitement pendant trois ou quatre mois pour obtenir un décollement complet et définitif.

II. — ACTION DE L'IONISATION DES CICATRICES CUTANÉES ADHÉRENTES SUR LES TISSUS PROFONDS SOUS-JACENTS A LA CICATRICE

Cette action est rendue évidente par la constatation faite :

- a) *Sur les muscles adhérents à la cicatrice ;*
- b) *Sur les troubles moteurs dont est atteint le membre porteur de la cicatrice ;*
- c) *Sur les troubles circulatoires trophiques et douloureux de ce même membre.*

a) *Action sur les muscles adhérents à la cicatrice.* — La libération musculaire se traduit d'abord par un effet mécanique : les mouvements empêchés ou limités par les adhérences deviennent possibles ou augmentent d'amplitude.

Elle se traduit encore par des modifications électriques. BOURGUIGNON a montré (1), en effet, que lorsqu'il existe des adhérences musculo-cutanées, il y a une dégénérescence localisée aux fibres musculaires adhérentes, qui se traduit par un galvanotonus très net à l'excitation galvanique. (Le gal-

(1) G. BOURGUIGNON. — *Archives d'électricité médicale expérimentale et chimique*, 10 juillet 1916, in *Pathogénie et électro-physiologie des myopathies*.

vanotonus est une contraction permanente se maintenant pendant toute la durée du passage du courant. A l'état normal, elle ne s'obtient qu'avec des intensités très élevées au-dessus du seuil de contraction, tandis que dans la dégénérescence elle peut être produite avec des intensités très voisines du seuil. Signalée par ERB, puis par HUET, cette contraction galvanotonique a été étudiée par BOURGUIGNON (1-2), puis par DELHERM et LAQUÉRIÈRE (3).

Dans les cas de cicatrices adhérentes, le galvanotonus est localisé exactement aux fibres musculaires sous-jacentes à la cicatrice et ne s'observe que lorsque l'électrode est placée exactement au-dessus ou au-dessous de celle-ci. Lorsque l'électrode est au point moteur du muscle ou en dehors de ce point, mais à distance de la cicatrice, la contraction a une vivacité normale. Il s'agit, en somme, d'une dégénérescence localisée due à l'adhérence et indépendante de toute lésion nerveuse.

Ce galvanotonus disparaît généralement après six à huit semaines d'ionisation cicatricielle, avant que la libération complète ait été acquise.

b) *Action sur les troubles moteurs dont est atteint le membre auquel appartient la cicatrice.* — Cette action est double. Elle porte à la fois sur les paralysies dépendant du domaine des nerfs sous-jacents à la cicatrice et sur les contractions musculaires que les cicatrices cutanées adhérentes provoquent et entretiennent sur les muscles voisins.

1) *Action de l'ionisation des cicatrices cutanées adhérentes sur les troubles moteurs du domaine des nerfs sous-jacents*

(1) G. BOURGUIGNON. — *Bull. de la Soc. Franç. d'électrothérapie*, juin 1913 : « La contraction galvanotonique dans la réaction de dégénérescence ».

(2) HUET et BOURGUIGNON. — XVII^e congrès int. de méd. de Londres, août 1913 : « La contraction galvanotonique durable et non durable dans la myopathie, la maladie de Thomsen et la dégénérescence ».

(3) DELHERM et LAQUÉRIÈRE. — *Bull. de la Soc. Franç. d'Electrothérapie*, juin 1913 : « La réaction tétanisante dans la R. D. »

à la cicatrice. — Cette action est établie par de nombreuses observations. Nous en choisissons deux particulièrement démonstratives :

OBSERVATION I

Esp... ; blessé le 26 octobre 1914, par une balle au bras gauche. Entrée face externe du bras au niveau du point du nerf radial, sortie à la face interne du bras, à peu près à la même hauteur.

Un an après la blessure, le 9 septembre 1915, le blessé qui a été traité par le courant galvanique suivant les procédés d'application courants en électrothérapie (pôle positif dans le dos, pôle négatif sur le dos de la main) présente une paralysie presque complète du radial. Il ne peut faire, depuis le 29 avril, qu'un très léger relèvement du poignet.

La pression sur le nerf radial au bras détermine des fourmillements dans le domaine du nerf.

A l'examen électrique, on trouve le nerf excitable au faradique et au galvanique, mais avec de très fortes intensités.

Sur les points moteurs des muscles, il y a inexcitabilité faradique. Au galvanique, les contractions sont très lentes aux deux pôles sans inversion.

On commence alors, le 12 septembre, le traitement que nous proposons : L'électrode négative, imbibée de KI à 1 % est placée sur la cicatrice de la face externe du bras au niveau du nerf radial ; l'électrode positive, imbibée d'eau pure, est placée sur le dos de la main.

Après un mois de ce traitement, le 18 octobre 1915, on constate une amélioration considérable de l'extension de la main sur l'avant-bras qui se fait maintenant complètement. En outre le long supinateur se contracte bien ; les mouvements d'extension des premières phalanges des doigts sont apparus. Il n'y a encore ni abduction du pouce, ni action du cubital postérieur.

Quant à la cicatrice, elle a commencé à s'améliorer : elle est moins déprimée, elle est plus souple et plus mince.

Un mois plus tard, le 24 novembre (deux mois de traitement), la cicatrice cutanée est complètement décollée et glisse sur les plans sous-jacents. Elle est devenue blanche et l'épiderme s'est épaissi.

Tous les mouvements dus au radial existent maintenant. A

l'extension du poignet et des premières phalanges se sont ajoutés les mouvements d'extension et abduction du pouce.

La réparation motrice du radial est complète au point de vue de la forme et de l'étendue des mouvements volontaires. Elle n'est pas encore complète au point de vue de la force musculaire.

A l'examen électrique, l'excitabilité faradique des points moteurs est réparée. Celle du nerf s'est améliorée. Au galvanique, il n'y a plus trace de lenteur de la contraction par l'excitation aux points moteurs, mais l'amplitude n'est pas encore normale, surtout dans les muscles du pouce. En outre, il existe un fort galvanotonus.

Par excitation longitudinale, il n'y a de lenteur que dans les muscles du pouce. Elle a complètement disparu dans le reste du domaine radial.

Ainsi, chez ce blessé de plus d'un an, l'état restait stationnaire (ébauche de réparation) depuis six mois, malgré le traitement galvanique classique.

Deux mois de traitement par la galvanisation localisée avec électrode négative iodurée sur le foyer cicatriciel de la blessure ont suffi à produire une réparation motrice et électrique presque complète.

Le blessé a été évacué et n'a pu être suivi jusqu'à guérison parachevée.

OBSERVATION II

Bo... Henri, 10^e régiment d'artillerie ; blessé le 20 décembre 1915. Eclat d'obus au niveau de la tête du péroné gauche. Paralyse complète du sciatique poplité externe.

Le blessé entre à l'H. C. 4., le 17 mai 1916, cinq mois après la blessure.

A ce moment, le blessé a une paralysie complète du sciatique poplité externe, avec forte hypotonie. La cicatrice au niveau de la tête du péroné est très adhérente.

L'examen électrique du nerf sciatique poplité externe donne les résultats suivants :

Le nerf est inexcitable au faradique et au galvanique.

Les points moteurs des muscles sont inexcitables au faradique. Au galvanique, les contractions sont très lentes, *avec inversion dès le seuil*. Par excitation longitudinale, on trouve les

seuils galvaniques beaucoup plus petits qu'aux points moteurs. Il y a donc R. D. totale.

Le degré de la paralysie et de l'atonie joint aux résultats de l'examen électrique font envisager l'opportunité d'une intervention chirurgicale.

Avant de la décider, on soumet le blessé au traitement électrique du foyer cicatriciel de la blessure.

Au bout de six semaines de traitement, la cicatrice cutanée est bien décollée. En même temps, l'examen électrique montre de profondes modifications de l'excitabilité, bien qu'au point de vue moteur volontaire, la paralysie soit toujours complète.

L'excitabilité faradique du nerf, pour le jambier antérieur seulement, et des points moteurs pour tous les muscles est réparée.

Au galvanique, le nerf est excitable avec environ 15 ma pour le jambier antérieur seulement.

Sur les points moteurs des muscles, le seuil s'est abaissé (10 ma) et l'inversion au seuil a disparu. Les contractions sont toujours lentes.

Par excitation longitudinale, les seuils galvaniques sont toujours plus bas (5 ma) que sur les points moteurs; les contractions sont lentes et galvanotoniques.

Ainsi, en six semaines de traitement, la R. D. totale s'est transformée en R. D. partielle.

L'intervention chirurgicale a donc été ajournée et le traitement électrique du foyer cicatriciel a été continué.

Le 26 octobre, après cinq mois de traitement, le décollement de la cicatrice cutanée est parfait. On commence à voir une contraction volontaire du jambier antérieur. Les autres muscles du domaine du sciatique poplitée externe sont encore paralysés complètement.

L'examen électrique révèle une nouvelle amélioration.

Le nerf est excitable au faradique non seulement pour le jambier antérieur, mais encore pour le court péronier latéral.

L'excitabilité faradique des points moteurs des muscles s'est améliorée.

Au galvanique, le nerf est maintenant excitable à 8 ma (15 ma à l'examen précédent) pour le jambier antérieur et le court péronier latéral.

Sur les points moteurs, la contraction est maintenant plus

vive à N F. (électrode négative) qu'à N'F (électrode positive) et le galvanotonus est très atténué.

Par excitation longitudinale, les seuils galvaniques se rapprochent de ceux que l'on trouve aux points moteurs : le galvanotonus a beaucoup diminué et la lenteur des contractions est moindre.

Chez ce blessé, six semaines de traitement ont donc suffi à produire une amélioration marquée des réactions électriques, amélioration qui s'est encore confirmée par la prolongation de ce traitement. Une paralysie avec R. D. totale au cinquième mois et inversion au seuil, pour laquelle on pensait intervenir chirurgicalement, s'est transformée en R. D. partielle très rapidement.

Assurément les troubles moteurs n'ont encore que légèrement regressé, mais la considérable amélioration des réactions électriques permet avec vraisemblance d'escompter une plus complète réparation dans un avenir assez rapproché.

Dans ces deux observations, la rapidité de l'amélioration de l'état neuro-musculaire, après une longue phase stationnaire, ne permet pas d'attribuer le résultat obtenu à autre chose qu'au traitement appliqué. Ceci montre l'action parallèle de l'ionisation iodurée localisée au siège de la blessure sur la libération des cicatrices cutanées adhérentes et la régression des troubles moteurs dans le territoire des nerfs sous-jacents.

2) *Action de l'ionisation des cicatrices cutanées adhérentes sur les contractures provoquées ou entretenues par ces cicatrices.* — Il est donc établi que l'ionisation des cicatrices cutanées libère, dans un grand nombre de cas, les muscles sous-jacents adhérents : les mouvements limités, bridés, s'améliorent considérablement et reprennent même leur amplitude normale.

Mais dans cette action il s'agit surtout d'une libération matérielle. Nous tenons à insister sur un autre mode de

libération que l'on pourrait qualifier de physiologique par rapport à la précédente qui est purement mécanique.

La mobilisation des contractures des membres obtient des résultats particulièrement heureux lorsque, parallèlement à elle, se poursuit le décollement cicatriciel au moyen de l'ionisation. Les mêmes manœuvres de mobilisation restent le plus souvent stériles en l'absence du traitement cicatriciel.

Nous n'avons pas ici à discuter de la pathogénie des contractures ni du mécanisme physiologique par lequel elles sont dépendantes de la cicatrice. Nous nous limiterons à la constatation d'ordre thérapeutique et nous rapporterons quelques observations. Dans tous les cas, l'action isolée de la mobilisation et du traitement galvanique cicatriciel avaient été essayées et avaient échoué. Chez tous l'emploi simultané des deux procédés a amené la guérison.

OBSERVATION III

Let... ; blessé le 21 septembre. Balle entrée à la partie moyenne du bord radial de l'avant-bras, sortie au tiers supérieur du bord cubital, avec écorniflure de l'os.

Contracture intense des fléchisseurs des doigts et des palmaires. Cicatrices adhérentes à l'entrée et à la sortie. Aucune lésion nerveuse.

Traitements multiples et infructueux d'octobre 1914 à janvier 1916, soit pendant 15 mois. Guérison en trois mois de traitement combiné : galvanisation cicatricielle et mobilisation forcée de la contracture.

OBSERVATION IV

Barb... ; blessé le 14 juillet 1915, par éclat d'obus entré un peu en avant du V deltoïdien, extrait chirurgicalement au-dessus de l'épitrochlée qui a été lésée.

Contracture en flexion de l'avant-bras sur le bras et de la main sur l'avant-bras. Cicatrices adhérentes à l'entrée et à la

sortie du projectile. Aucune lésion nerveuse radiale. Lésion du médian surajoutée.

Traitements multiples et infructueux de la contracture, de juillet 1915 à janvier 1916, soit pendant six mois (réductions répétées sous chloroforme, immobilisation par plâtre). Guérison en trois mois de traitement combiné : galvanisation cicatricielle et mobilisation de la contracture.

OBSERVATION V

Arm... Jules ; blessé le 18 décembre 1914. Balle entrée au niveau de la partie moyenne de l'avant-bras, face antérieure ; sortie au même niveau face postérieure, avec fracture esquilleuse du radius et atteinte légère du cubitus. Projectile resté dans la plaie et extrait ultérieurement.

Contracture intense des fléchisseurs des doigts sur la main et de l'avant-bras sur le bras. Aucune lésion nerveuse importante.

Traitements multiples et sans résultats dans diverses formations, de janvier 1915 à janvier 1916. Guérison en quatre mois de traitement combiné : galvanisation cicatricielle et la mobilisation forcée de la contracture.

Tels sont les faits que nous avons observés. Plus la blessure est récente, meilleurs et plus rapides sont les résultats.

Il faut noter que si l'on obtient toujours une amélioration, souvent une guérison complète lorsqu'il s'agit de cicatrices et de contractures de la continuité des membres, on doit porter un pronostic plus réservé lorsqu'on est en présence de contractures des petits muscles de la main et du pied, consécutives à des blessures et à des cicatrices adhérentes des extrémités.

Le mécanisme par lequel l'ionisation cicatricielle améliore ces deux catégories de phénomènes moteurs est certainement différent.

Dans le premier cas, paralysies et dégénérescences, c'est parce que le traitement appliqué a produit la libération du nerf lésé et englobé dans le tissu cicatriciel que ce nerf se

répare. C'est pour la même raison que le galvanotonus localisé disparaît.

Dans le deuxième cas, contracture, il n'y a pas de lésion du nerf. Une blessure à l'avant-bras peut fort bien s'accompagner d'une contracture du biceps sans qu'il ait pu y avoir lésion directe du musculo-cutané. Il s'agit vraisemblablement de troubles réflexes entretenus par la cicatrice.

En libérant cette cicatrice, on supprime l'épine irritative. La mobilisation forcée lutte contre la contracture. Lutter contre la contracture sans supprimer l'épine irritative ne sert à rien. Libérer la cicatrice sans lutter contre la contracture ne la guérit pas. C'est seulement en associant les deux thérapeutiques, ionisation de la cicatrice, mobilisation forcée de la contracture, que l'on parvient à la vaincre et à la maintenir réduite.

c) *Action sur les troubles circulatoires trophiques et douloureux dont est atteint le membre porteur de la cicatrice.* — L'ionisation des cicatrices adhérentes est encore capable d'agir à distance sur les troubles circulatoires trophiques et douloureux qui accompagnent si souvent ces cicatrices par une action non déterminée sur les nerfs sous-jacents.

Nous rapporterons quatre observations où l'amélioration rapide de ces troubles a été obtenue en si peu de temps qu'il est impossible d'attribuer le résultat acquis à autre chose qu'au traitement institué.

OBSERVATION VI

Hal..., 8^e zouaves, 15^e compagnie ; blessé le 25 septembre 1915. Balle entrée à l'union du tiers supérieur et du tiers moyen de la cuisse gauche (face externe) ; sortie à la fesse, au niveau du pli fessier moyen à la hauteur de l'anus, à 7 centimètres en dehors de lui. Libération chirurgicale du nerf sciatique le 30 novembre 1915 à l'Hospice Mixte de Cherbourg.

Le blessé entre à l'H. C. 4., le 13 mai 1916. A son entrée, le

sujet présente, outre une paralysie complète dans le domaine des deux sciatiques, les importants troubles trophiques, circulatoires et douloureux suivants :

1° Un œdème considérable du pied avec refroidissement marqué.

2° Des troubles trophiques de la peau et des ongles, caractérisés par une forte desquamation cornée de la peau et de la striation des ongles.

3° Des douleurs vives dans le domaine des deux sciatiques au pied. Les douleurs spontanées sont augmentées par la pression.

Les cicatrices d'entrée et de sortie du projectile sont adhérentes.

Le blessé est soumis au traitement que nous avons proposé. Une électrode négative imbibée de KI à 1 % est placée sur chacune des cicatrices. L'électrode positive, unique, imbibée d'eau de source, est placée sur la face antérieure de la cuisse.

Après trois mois, les cicatrices cutanées se sont décollées. En outre, les troubles trophiques de la peau et des ongles ont complètement disparu, ainsi que les douleurs, l'œdème et les troubles vasomoteurs du pied. La motilité a commencé à s'améliorer.

Ainsi le traitement électrique avec électrode négative iodurée, localisé au siège de la blessure, a fait disparaître en trois mois les troubles trophiques, circulatoires et douloureux qui avaient résisté au traitement classique pendant neuf mois et n'avaient présenté aucune modification six mois après la libération chirurgicale du nerf.

Le blessé est alors envoyé, de septembre à décembre 1916, en convalescence de trois mois. A son retour, la motilité est récupérée au point qu'il demande à être envoyé aux armées, s'estimant capable d'effectuer les plus longues marches. L'atrophie musculaire a régressé considérablement. Aucun trouble trophique, circulatoire et douloureux n'a reparu ; le nerf a continué à se réparer spontanément à la cessation du traitement.

OBSERVATION VII

Vin..., 70^e territorial, 5^e compagnie ; blessé le 22 août 1915. Eclat d'obus à la cuisse droite. Longue cicatrice en coup de hache coupant transversalement toute la face postérieure de la

cuisse à son tiers supérieur. Il existe, en outre, deux cicatrices d'incisions chirurgicales de chaque côté de la rotule.

Le blessé entre à l'H. C. 4, le 31 mai 1916. A son entrée, neuf mois après la blessure, il présente, outre une paralysie complète des deux sciatiques poplités, des troubles trophiques et circulatoires beaucoup plus importants que chez le blessé de l'observation VI.

Ces troubles sont les suivants :

1° Un œdème considérable du pied droit empiétant sur la jambe jusqu'à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur, œdème compliqué de troubles vaso-moteurs (aspect violacé et refroidissement du pied).

2° Une peau écailleuse et desquamée, de la striation des ongles et une escharre profonde très douloureuse sur la face plantaire du talon.

3° Des douleurs violentes dans le domaine des deux sciatiques poplités.

Les cicatrices d'entrée et de sortie du projectile sont adhérentes.

Le blessé est soumis au traitement électrique des cicatrices avec électrodes négatives imbibées d'iodure de potassium dès les premiers jours de juin.

Après deux mois et demi de traitement et libération des cicatrices, le 18 août 1916, l'escharre talonnière est complètement cicatrisée ; en même temps tous les autres troubles trophiques et vaso-moteurs ont disparu : il n'y a plus d'état ichtyosique de la peau ni de striation des ongles ; il n'y a plus trace d'œdème du pied ni de la jambe.

Ainsi, en deux mois et demi, le traitement électrique a complètement guéri une escharre qui avait résisté pendant plus de six mois à tous les traitements classiques. Elle a fait disparaître les troubles vaso-moteurs et trophiques.

Le 13 janvier 1917 (8 mois de traitement), la guérison de l'escharre et des troubles vaso-moteurs s'est maintenue ; la motilité s'est améliorée.

OBSERVATION VIII

Pouth..., 146^e d'infanterie, 11^e compagnie ; blessé le 3 novembre 1915. Eclat d'obus à la jambe gauche, entré au niveau de la malléole péronière, en arrière de cet os, extrait en avant du

péroné, au quart inférieur de la face externe de la jambe. Fracture de l'extrémité inférieure du péroné.

Le blessé entre à l'H. C. 4, le 1^{er} juin 1916. A son entrée, sept mois après la blessure, les cicatrices sont adhérentes et il existe de gros troubles circulatoires et douloureux, sans troubles trophiques de la peau ni des ongles, mais avec atrophie notable, sans paralysie des muscles de la jambe et du pied.

Au point de vue circulatoire, le pied est froid et violacé, particulièrement sur le bord externe. Les douleurs occupent tout le pied surtout au niveau de la face dorsale ; elles sont spontanées et font défaut à la pression. L'examen objectif de la sensibilité révèle une notable hypoesthésie de la face dorsale du pied.

Après trois mois et demi du même traitement électrique de la blessure, le 23 septembre, la cicatrice d'entrée du projectile est complètement décollée, la cicatrice antérieure de sortie s'est améliorée sans être entièrement libérée. Les troubles vaso-moteurs ont complètement disparu ; le pied n'est plus violacé ni froid. A la plante du pied, les douleurs sont complètement supprimées. Sur la face dorsale, elles ont considérablement diminué.

Dans les trois observations précédentes, le résultat thérapeutique rapidement obtenu s'est maintenu et peut être considéré comme définitivement acquis.

Dans un quatrième cas, nous avons vu les troubles trophiques récidiver sans que nous ayons pu en déterminer la cause. Voici cette observation.

OBSERVATION IX

Cop..., 154^e d'infanterie, 4^e compagnie ; blessé le 27 mai 1915. Eclat d'obus à la cuisse droite, entré au niveau de la région trochantérienne ; extrait en août 1915 à la partie postérieure de la cuisse, un peu au-dessous de l'ischion.

Le 3 avril 1916, libération chirurgicale du nerf sciatique.

Le blessé entre à l'H. C. 4, le 21 août 1916. A ce moment, il présente, outre une paralysie complète des deux sciatiques poplités, d'importants troubles trophiques. Il existe en effet depuis le début du mois de juin 1916, deux ulcérations sur le gros orteil du pied droit, l'une sur la face dorsale de l'articulation phalango-phalangienne, l'autre sur la face plantaire de

la phalangine. Ces deux ulcérations ont le caractère de maux perforants et sont indolores. La première est apparue au commencement de juin, provoquée par le frottement de la chaussure ; la seconde quinze jours plus tard, spontanément. Il n'y a dans ce cas ni œdème, ni troubles vaso-moteurs. La cicatrice d'entrée et la cicatrice d'extraction chirurgicales sont épaisses et adhérentes.

Le blessé est soumis, dès son entrée au centre, au même traitement que les précédents. Après un mois de traitement, qui a produit le décollement cicatriciel, les deux ulcérations sont épidermisées : celle de la face dorsale restant violacée, l'autre couverte d'une croûte jaunâtre épidermique. Il n'y a pu avoir naturellement en un si bref délai aucune modification de la paralysie.

Un mois d'ionisation a suffi pour épidermiser des ulcérations qui avaient résisté à tout autre traitement pendant trois mois.

Cependant, malgré la continuation du traitement, l'ulcération qui était fermée le 23 septembre s'est rouverte le 1^{er} novembre. Les raisons de cet échec, après un premier succès, nous échappent.

Il ressort donc nettement de ces observations que l'ionisation des cicatrices adhérentes entraîne l'amélioration, voire même la guérison, des troubles trophiques, circulatoires et douloureux siégeant au niveau des membres qui portent ces cicatrices.

On peut résumer de la façon suivante les effets de l'ionisation des cicatrices vicieuses :

Ce traitement agit d'abord sur la cicatrice cutanée elle-même ; il la rend indolore, restitue à l'épiderme qui la recouvre une coloration normale, il l'assouplit et la libère.

Cette action heureuse sur la cicatrice retentit par voie de conséquences directes ou indirectes sur les tissus voisins et amène la régression des divers troubles concomitants.

Les douleurs, les paralysies, les troubles vaso-moteurs et trophiques, qui semblent liés à l'adultération des nerfs voi-

sins du processus cicatriciel, s'améliorent parallèlement à la cicatrice.

Il y a une libération matérielle et physiologique des muscles.

Enfin, les contractures reflexes qu'entretenait l'épine irritative cicatricielle deviennent curables par la mobilisation forcée, alors qu'elles lui avaient antérieurement résisté.

II. L'Ionisation dans le Traitement des Sclérodermies

Les résultats obtenus sur les cicatrices nous ont amené, à l'instigation de M. le Professeur JEANSELME, à essayer l'action sclérolitique de l'ion iode sur la sclérodermie.

Cette maladie, dont l'étiologie et la pathogénie restent incertaines, a fait l'objet de tentatives thérapeutiques de toutes sortes, sans succès durables, d'après ce que nous avons pu lire.

DARIER, dans son *Précis de dermatologie*, recommande dans les sclérodermies partielles, l'électrolyse négative avec de faibles intensités, et déclare avoir obtenu des résultats par l'ionisation.

BROcq, dans sa *Pratique dermatologique* de 1921, énumère, parmi les traitements physiques qui méritent de retenir l'attention : les courants continus faibles, les bains électriques à courants sinusoïdaux, les effluves locales de haute fréquence, la radiothérapie très prudente. Il recommande, comme lui paraissant le plus efficace, l'électrolyse.

Bien que tous ces essais ne fussent pas un grand encou-

agement, nous avons tenté l'expérience dans le laboratoire du Docteur G. BOURGUIGNON, et sous sa direction. Nous étions soutenus dans cette tentative par l'espérance que la technique un peu spéciale de cet auteur, que nous avons décrite, nous mettrait dans des conditions de réussite plus favorables que n'avaient été nos prédécesseurs.

Les observations suivantes témoignent que nous avons obtenu les résultats les plus encourageants.

Nous n'avons pu avoir à notre disposition que ces trois malades, d'abord parce que la sclérodermie ne court pas les rues, ensuite et surtout par le fait des difficultés matérielles du traitement dans les conditions où nous sommes placé. S'il s'agit, en effet, de malades hospitalisés, leur transport très fréquent de Saint-Louis à la Salpêtrière est, dans la plupart des cas, un obstacle insurmontable. S'il s'agit de malades du dehors, peu nombreux sont ceux qui, par caractère ou par compatibilité avec leur emploi du temps quotidien, s'astreignent à la discipline d'un long traitement qui exige leur déplacement quotidien.

Nous insistons sur le fait que ces trois observations représentent *tous nos essais*. Elles ne proviennent pas d'une sélection dont nous aurions éliminé les échecs.

Notons enfin que ces trois malades sont actuellement en cours de traitement. Telles quelles, ces observations n'enregistrent donc pas des résultats définitifs ; elles ne marquent qu'une étape des améliorations constatées. Celles-ci sont perfectibles par la continuation du traitement.

OBSERVATION I

18 décembre 1920. — Mme Lag... Cath., 46 ans ; malade atteinte de sclérodermie progressive, et surtout à l'heure actuelle de sclérodactylie.

Il existe actuellement, outre les localisations des mains, des manifestations sclérodermiques au coude droit, au front, au

nez et aux lèvres. Les téguments qui recouvrent le front et le nez, sont tendus, rigides, adhérents ; ils ne peuvent être pincés. Les lèvres sont amincies, tirées ; la bouche est entr'ouverte.

L'affection a commencé deux ans avant la guerre (il y a donc environ 8 ans) par la main droite. Deux ans après, la main gauche fut prise. Il y avait une plaie assez étendue au cinquième doigt gauche, plaie atone qui nécessita l'amputation de ce doigt par un chirurgien allemand en 1915. La cicatrice d'amputation n'a pas depuis présenté de tendance à l'ulcération.

Le tégument des deux mains et des doigts est lisse, violet et froid. Cette acro-asphyxie est plus marquée à droite qu'à gauche. Les premières phalanges sont peu atteintes. Au niveau des secondes, les parties molles, tendons, etc., forment surtout du côté droit, un bloc scléreux avec la peau et le squelette. Les troisièmes phalanges sont atrophiées, les ongles sont atrophiés et déformés sauf celui du cinquième doigt droit qui est normal.

Les mouvements des articulations sont très limités, limitation qui semble tenir moins à de l'arthrite qu'à la sclérose des tissus environnants, à l'adhérence des tendons à leur gaine. L'articulation métacarpo-phalangienne du médius droit présente toutefois une ankylose complète qui paraît vraiment articulaire.

La malade a été traitée au début de son affection dans le service du professeur Pierre MARIE où on lui fit de la haute fréquence pendant deux mois ; elle éprouva une légère diminution de la raideur de la main gauche sans modification aucune à la main droite.

Elle est entrée dans le service du professeur JEANSELME. L'extrait d'ovaire, l'extrait thyroïdien furent longtemps essayés sans résultat. A cette date (18 décembre 1920), elle est confiée au Docteur G. BOURGUIGNON pour que l'ionisation soit tentée. Le protocole du traitement institué à ce moment est le suivant :

Pôle positif sur le dos du poignet.

Pôle négatif sur la paume.

Intensité = 10 ma.

Durée = 30'.

Solution KI à 1 %.

Rythme : tous les jours.

Du 18 décembre 1920 au 29 janvier 1921 on ne traite que la main droite.

6 janvier 1921. — Après un traitement de vingt jours, soit dix séances d'ionisation, on constate une remarquable amélioration dont la malade se rend parfaitement compte :

A) *Main droite.* — Cette main n'est plus froide ni violette comme auparavant. Les téguments glissent plus facilement sur les articulations métacarpo-phalangiennes, et la peau présente sur toute l'étendue des premières phalanges une souplesse qu'elle n'avait plus. Les mouvements des doigts, passifs ou actifs, sont plus étendus, la main peut se fermer complètement ; l'index seul reste incomplètement fléchi, alors qu'auparavant ces doigts restaient presque immobiles dans une position intermédiaire à la flexion et à l'extension. L'articulation métacarpo-phalangienne du médus qui était complètement immobilisée présente aujourd'hui des mouvements dont l'amplitude atteint environ 15°. Il ne reste plus que les articulations phalango-phalanginiennes du V° et du II° et phalangino-phalangettiennes des IV° et III° qui soient complètement immobilisées.

Les ulcérations suppuratives qui s'étaient produites au-dessus des articulations du V° et au-dessus de l'articulation phalangino-phalangettienne du IV° est en voie d'amélioration.

B) *Main gauche.* — Le côté gauche qui n'a pas été localement traité est également amélioré mais dans de moindres proportions. La flexion des doigts est presque normale, mais elle est moins complète que du côté droit, alors qu'auparavant c'était le contraire. De même la main droite était plus froide que la gauche, aujourd'hui elle est plus chaude.

29 janvier 1921. — A) *Main droite.* — L'amélioration des mouvements de la main droite continue à s'accuser ; les mouvements de l'articulation métacarpo-phalangienne du médus atteignent environ 20°.

B) *Main gauche.* — Le IV° doigt présente toujours une ankylose complète de la dernière articulation. Il en est de même au troisième doigt ; son articulation phalango-phalangienne n'atteint (volontairement) que 70 à 75° et, en forçant beaucoup, on n'arrive qu'à 90°. De même pour l'index. Pour le pouce les mouvements métacarpo-phalangiens égalent 45° ; les mouvements des phalanges sont très réduits. Il existe une petite plaie croûteuse sur l'articulation métacarpienne de l'index.

10 mars 1921. — Dans les semaines précédentes on a traité la main gauche, puis la main droite ; mais comme il est apparu une petite plaie qui s'entoure d'une inflammation assez intense

autour de l'ongle de l'index, on revient au traitement de la main gauche jusqu'à ce que la droite soit cicatrisée.

30 juillet 1921. — L'amélioration continue. Les petites ulcérations onguéales ayant diminué, on reprend l'application sur la main droite.

5 septembre 1921. — On suspend le traitement à cause d'une maladie intercurrente (entérite). L'amélioration continue normalement.

3 novembre 1921. — On reprend l'ionisation après deux mois d'interruption. Les ulcérations ont complètement disparu. La souplesse des doigts n'a pas diminué pendant la suspension du traitement ; elle s'est même accusée.

5 janvier 1922. — Depuis novembre on a traité la main droite.

Le tégument de cette main devient de plus en plus souple. La main gauche s'est également améliorée. La flexion de la dernière phalange de l'index, presque nulle au début, atteint actuellement 135°. L'état du nez et du front qui n'ont pas été traités est très amélioré ; la peau est beaucoup moins tendue, plus souple, elle peut être pincée. Malgré le froid, sa coloration, de rouge qu'elle était, est devenue sensiblement normale. Les lèvres sont moins tirées, moins amincies.

Il existe une petite tendance à la suppuration du bord de l'ongle de l'annulaire gauche. Ces petits îlots suppurants qui livrent passage à de petites esquilles sont très rapidement guéris par quelques séances de haute fréquence.

On commence à traiter directement le nez et les lèvres.

15 avril 1922. — Les ulcérations sont complètement cicatrisées. Tous les résultats acquis se développent.

30 mai 1922. — Le nez, le front et les lèvres sont tellement améliorés qu'il serait difficile de dire actuellement à un observateur non prévenu qu'il y a eu là des localisations sclérodermiques.

La peau de l'avant-bras est tout à fait normale, les muscles de l'avant-bras se sont développés. La cicatrisation des ulcérations s'est maintenue. La peau des mains est complètement décollée. La meilleure évaluation que l'on puisse faire de la récupération fonctionnelle des doigts est de dire que la malade tricote maintenant aux aiguilles et qu'elle coud très aisément.

Ajoutons que l'état général est excellent ; le teint autrefois terreux, est rose et frais, l'enbompment est de plusieurs kilogrammes.

OBSERVATION II

Mme Schmal... Marie-Thérèse, 58 ans ; malade atteinte de sclérodermie en plaques. Entrée à Saint-Louis, le 25 juillet 1921.

Antécédents. — La malade a toujours eu dans l'enfance une sensation d'onglée dans les doigts et les orteils, avec asphyxie locale, par petites crises d'un quart d'heure à une heure, rebelle à toutes tentatives de réchauffement et disparaissant spontanément. Cette sensation de froid est suivie d'une sensation de chaleur vive. Ces crises se présentaient aussi bien en été qu'en hiver. Sueurs faciles.

Aucune maladie grave à signaler. Pas de goître.

Réglée à 13 ans.

La malade a eu un fils à l'âge de 18 ans (bien portant). Pas de fausses-couches. Ménopause à 50 ans.

Maladie actuelle. — En août 1920, sans raison apparente, les jambes deviennent enflées, dures et luisantes. Pas de douleurs, proprement dites à leur niveau, mais impotence relative avec raideur dans les articulations sus et sous-jacentes : genoux et tibio-tarsienne.

En septembre 1920, le gonflement a disparu. La peau, de rouge, devient blanche ; l'aspect vernissé persiste. En même temps, la malade s'aperçoit fortuitement de l'existence de placards cutanés blanchâtres, luisants, durs et indolents au niveau des cuisses et de la clavicule gauche. Elle consulte, absorbe divers médicaments sans résultat, puis vient à Saint-Louis fin juillet 1921.

Etat des lésions à l'entrée de la malade, le 5 octobre 1921. — Sensation de striction circulaire, d'étau, de bandes trop serrées au-dessus des malléoles, permanente au repos, aggravée par la marche qui devient presque impossible. La malade présente sur le tronc et sur les membres plusieurs placards étendus de sclérodermie :

A) Plaques le long de la clavicule gauche recouvrant sa partie moyenne, s'incurvant au-dessous de son extrémité interne. Aspect miroitant de l'ivoire. Peau épaissie, difficile à pincer. Très fin plissement à la surface.

B) Sur la ligne des apophyses épineuses, de D 12 à L 4, bande allongée plus large en bas qu'en haut, plus nacrée et moins infiltrée que la précédente.

C) Bande le long du bord cubital de l'avant-bras à sa partie

moyenne des deux côtés, plus étendue et plus indurée à droite qu'à gauche.

D) Plaque recouvrant toute la superficie de l'aîne gauche, cette plaque est blanchâtre, dure, non brillante, parcourue par des sillons d'aspect gaufré entourée d'un mince halo rose, très peu visible.

Bandes allongées descendant tout le long de la face postérieure des deux cuisses, descendant jusqu'au creux poplité, sans solution de continuité à droite, avec quelques interruptions à gauche.

F) Jambes : La peau est dure, comme rétractée, donnant l'impression d'enserrer les muscles dans une gaine rigide, mais l'aspect de la surface même diffère en avant et en arrière. En avant (moitié antérieure du cylindre formé par la jambe), la peau est blanche, impossible à pincer, dépourvue de poils, mais recouverte de grosses squames. En arrière (moitié postérieure du cylindre), la peau, moins dure, peut être pincée, elle est rosée, sans squames ; les poils sont conservés. Cette sorte de gaine s'arrête au-dessous de l'interligne articulaire du genou et au-dessus des malléoles. A ce niveau les deux moitiés se rejoignent pour former une bande de sclérodémie annulaire.

Le pied est absolument indemne de toute lésion apparente : la peau et les ongles sont normaux.

La malade est irritable.

Sensibilité au tact et à la piqure conservés. Sensibilité à la chaleur abolie au niveau des placards jambiers antérieurs.

Sens des attitudes et sens stéréognostique conservés ; pas d'ataxie des membres. Force musculaire conservée des deux côtés. Tous les réflexes normaux.

Organes normaux.

Wasserman du sang = H 8 (26 juillet 1921).

Ponction lombaire :

Alb. : 0 gr. 30

Lympho : 2

Wass. : H 3

Radio du rachis négative.

Mise à l'ionisation le 5 octobre 1921.

Le Docteur G. BOURGUIGNON met d'abord en traitement les placards de l'aîne gauche, de la clavicule gauche, de la face postérieure de la cuisse droite.

Protocole du traitement :

A) Plaque de la clavicule : électrode négative sur la plaque ; élect. positive sur l'épaule en arrière.

B) Plaque de l'aîne gauche : électrode négative sur la plaque ; élect. positive sur la fesse.

C) Plaque de la face postérieure de la cuisse droite : électrode négative sur la plaque ; élect. positive sur la face postérieure de la cuisse.

Chez cette malade l'amélioration a été très rapide pour la localisation de l'aîne et de la colonne vertébrale. Elle a été lente pour les membres inférieurs.

Etat de la malade au 29 mai 1922. — Les placards qui siégeaient à l'aîne gauche, au niveau du rachis, ont complètement disparu, de même que la bande cubitale gauche. La bande cubitale droite est considérablement réduite de dimensions ; la coloration de la peau est normale et la souplesse presque complètement récupérée.

Au niveau de la clavicule gauche la peau s'est sensiblement décollée, elle s'est très amincie ; on la pince plus facilement. Les dimensions de cette plaque ont en outre diminué.

La bande postérieure de la cuisse droite est plus améliorée que celle de la cuisse gauche. Cette dernière reste épaisse et dure. Les deux jambes sont améliorées. Les grosses squames des régions antérieures n'existent plus que par îlots et sont peu abondantes. La bande annulaire semble moins serrée ; sa consistance s'est certainement assouplie. Les douleurs ont complètement disparu au niveau des plaques. Il n'y a plus de sensation d'étai aux cou-de-pieds. La marche est aisée et la malade circule normalement, car toute raideur a disparu.

La sensibilité thermique réapparaît au niveau des jambes.

(Il faut noter que la plaque vertébrale s'est guérie sans avoir été traitée localement et que les jambes ont commencé à s'améliorer bien longtemps avant que l'ionisation y soit directement appliquée).

L'état général de la malade s'est favorablement modifié au cours du traitement. L'échelle de ses poids que voici indique que le fléchissement qui s'accusait régulièrement depuis le début de l'affection a remonté précisément avec l'ionisation. La malade reprend très régulièrement du poids depuis :

1921. — 20 janvier : 64 k. 500.

— — 15 mars : 63 k.

— — 3 juin : 61 k.

— — 2 septembre : 60 k. 500.

- — 10 octobre : 60 k. 500.
1922. — 14 janvier : 64 k.
— — 26 avril : 65 k.
— — 22 mai : 66 k. 500.

OBSERVATION III

Géa... Pierre, 12 ans ; malade atteint de sclérodermie en bande.

Antécédents. — Père et mère bien portants. Un frère de huit ans, une sœur de quatre ans, bien portants.

Aucune maladie à signaler dans l'enfance, à part des maux de gorge fréquents.

En janvier 1921, dyphtérie laryngée. L'enfant aurait subi une seule injection de sérum, mais massive. (Les renseignements obtenus sont peu nombreux et incertains). Il y aurait eu une éruption sérique grave qui aurait duré par poussées successives, de janvier à juin 1921 et dont les éléments auraient présenté leur maximum d'abondance et de persistance au niveau du bras droit, bras sur lequel est apparue la bande de sclérodermie.

C'est en juin que la mère de l'enfant s'aperçut en le lavant qu'il existait au bras droit une bande indurée. Cette bande s'est étendue ; la rétraction est entrée en jeu, immobilisant progressivement l'avant-bras en flexion sur le bras.

L'enfant est amené à Saint-Louis en consultation, en décembre 1921. Il entre à l'hôpital des frères Saint-Jean de Dieu le 10 janvier 1922 et nous le mettons à l'ionisation le jour même.

A ce moment l'état des lésions est le suivant :

Vaste bande de sclérodermie s'étendant sur toute la hauteur de la face antérieure et de la face externe du membre supérieur droit, de l'épaule au pouce. La peau est épaissie, dure, complètement adhérente aux plans sous-jacents, violacée et froide. Tous les muscles sont considérablement atrophiés, particulièrement à l'avant-bras où l'on a l'impression que les téguments épaissis adhèrent directement au squelette. L'avant-bras est immobilisé en flexion à angle droit sur le bras, par la corde tendue par le tendon du biceps et par le long supinateur rétractés.

Les mensurations prises à ce moment sont les suivantes :

Angle d'ouverture (mesuré au goniomètre) de l'espace interdigital entre le pouce et l'index = 45° .

Angle d'ouverture de l'avant-bras sur le bras = 85° .

Circonférence des divers segments du membre :

a) Bras au tiers moyen = 0 m. 17.

b) Avant-bras au tiers moyen = 0 m. 14 1/2.

c) Circonférence du tiers inférieur de l'avant-bras (ligne bi-styloïdienne) = 0 m. 12.

La bande sclérodermique déborde le bras vers la région antérieure de l'épaule et une bande de direction perpendiculaire à celle du bras recouvre déjà la moitié externe du premier espace intercostal. Le père de l'enfant, qui l'a accompagné à son entrée à l'hôpital, déclare qu'il a été frappé par l'extension rapide de ce dernier élément, extension qui contribue à aggraver le pronostic quoad vitam.

L'état général de l'enfant est assez bon.

Le traitement est d'abord appliqué au niveau de l'avant-bras (électrode négative iodurée à la face antéro-externe sur la bande ; électrode positive sur la face postérieure du segment).

Quelques jours après, vers le 10 janvier, un examen électrique des muscles de l'enfant est pratiqué à la Salpêtrière par le Docteur G. BOURGUIGNON : Chronaxies élevées de 4 à 5 fois la valeur normale dans le deltoïde et le biceps. A noter qu'il existe une réaction myotonique nette dans le faisceau antérieur du deltoïde droit.

5 avril 1922. — Amélioration notable : Coloration très changée : les téguments ont pâli et, particulièrement au bras, la teinte de la peau au centre de la bande se rapproche de la coloration normale. Au point de vue de la souplesse le changement est sensible pour la région de l'épaule et pour le bras ; la peau y est moins adhérente, beaucoup moins indurée, plissable. Elle commence à glisser et est pinçable sur la corde rétractive du tendon du biceps. Par contre, à l'avant-bras l'induration est restée la même ; seule la coloration a légèrement pâli. Les mensurations sont actuellement les suivantes :

Angle du premier espace inter-digital = 50° .

Angle d'ouverture de l'avant-bras sur le bras = 90° .

Circonférence des segments : bras tiers moyen, 17 cm. 4 ; avant-bras tiers moyen, 15 cm. ; avant-bras (ligne bi-styloïdienne) = 12 cm.

La bande préclaviculaire s'est très assouplie. L'amélioration est à son maximum au niveau de la localisation du premier

espace intercostal ; cette localisation régresse, elle a diminué de moitié.

Etat général : Très satisfaisant, bien que l'enfant, qui n'avait jamais quitté la campagne, ait eu à s'acclimater à Paris. Poids augmenté.

30 mai 1922. — La coloration a encore pâli d'une façon générale, et surtout à l'avant-bras où la teinte violacée était restée particulièrement tenace. Il n'y a plus actuellement que des îlots rosés ponctués.

La souplesse et le décollement se sont encore accusés au bras et surtout à l'épaule. La peau commence à se décoller nettement à l'avant-bras et au poignet. La corde du tendon bicipital est franchement moins dure ; cela se traduit par une ouverture plus satisfaisante de l'angle du coude ; cet angle atteint maintenant 100°.

Les muscles ont augmenté de volume. La mensuration des différents segments donne actuellement :

Bras, tiers moyen = 18 cm.

Avant-bras, tiers moyen = 15 cm. 5.

Avant-bras (ligne bi-styl.) = 12 cm. 4.

La mobilité du pouce est meilleure, l'angle d'ouverture du premier espace interdigital atteint 60°. Un nouvel examen électrique pratiqué le 30 mai donne les résultats suivants :

Contraction vive pour tous les muscles du membre supérieur droit. Amplitude meilleure pour le deltoïde, le biceps et le long supinateur. Chronaxie à peine plus élevée que la normale pour ces trois derniers muscles. Il persiste du galvanotonus dans quelques faisceaux superficiels du long supinateur. La réaction myotonique a disparu dans le faisceau du deltoïde où on l'avait trouvée.

La bande siégeant au niveau du premier espace intercostal continue à régresser ; toute adhérence a disparu, la peau reste simplement épaissie, à peine moins souple que les téguments de voisinage.

Plus de 2 kg. d'augmentation.

De l'étude de ces trois observations, il ressort que la peau sclérosée de la sclérodermie s'est comportée vis-à-vis de l'ionisation comme les cicatrices scléreuses : la peau s'est décollée, l'épiderme s'est reformé, en reprenant les caractè-

res de l'épiderme normal, fin et souple. La coloration est revenue à sa valeur. La circulation de la peau s'est améliorée. Les tissus sous-jacents ont participé au processus de réparation : les muscles ont augmenté de volume, les articulations se sont assouplies. Les troubles trophiques ont guéri et celle de nos malades qui avait des ulcérations profondes et des éliminations spontanées des phalanges à vu non seulement ces accidents enrayés mais les plaies se cicatriser définitivement. De même que pour les cicatrices décollées après l'ionisation, il n'y a pas que ces modifications morphologiques, mais il y a aussi disparition des douleurs que provoque le pincement de la peau collée sur les tissus sous-jacents. En résumé, il ne s'agit pas seulement d'amélioration esthétique, ce qui serait déjà un résultat, mais d'un retour des fonctions des membres, comme il est arrivé chez deux de nos malades dont l'une peut coudre et tricoter et dont l'autre, immobilisée avant son traitement, marche sans fatigue. Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt capital qu'il y a eu à enrayer chez l'enfant le processus sclérodermique qui envahissait rapidement les espaces intercostaux.

Les analogies entre les résultats thérapeutiques de l'ionisation dans les cicatrices scléreuses et dans la sclérodermie se poursuivent jusque dans les moindres détails : dans l'un comme dans l'autre cas, on voit s'améliorer non seulement la région que l'on traite, mais des régions situées loin du foyer d'électrisation. Dans l'un et l'autre cas, l'amélioration déclanchée pendant le traitement se poursuit assez longtemps dans les intervalles de repos qui sont même nécessaires pour obtenir de très bons résultats.

Nous convenons que cette thérapeutique est une thérapeutique de longue haleine. Mais que représentent une année, deux années même de discipline lorsqu'il s'agit d'une affection de telle gravité, affection qui jusqu'ici avait tenu en échec toutes les tentatives de traitement ?

Nous ne doutons pas que l'avenir confirmera et étendra les succès que nous avons obtenus.

CONCLUSIONS

De cette étude clinique et expérimentale, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Le fait de l'introduction des ions par l'électrolyse peut être considéré comme démontré et les discussions sur ce sujet n'ont plus aucune raison d'être après les expériences définitives de S. LEDUC et de G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ.

2° Les expériences de S. LEDUC ont prouvé que l'ion qui a pénétré dans la peau ne va pas loin et qu'il est rapidement repris par la circulation. Il ne peut donc plus être question du transport de l'ion par le courant jusqu'au foyer de la lésion que l'on traite.

3° Mais des travaux de G. BOURGUIGNON et CONDUCHÉ, il résulte qu'il y a à la fois une action générale et une action locale. Les expériences de ces auteurs permettent de donner une théorie du mécanisme d'action de l'ionisation de l'iode, qui agirait en deux temps :

1^{er} temps : introduction de l'ion.

2^e temps : localisation par électrolyse de l'ion en circulation.

4° Ces expériences justifient la technique de l'ionisation avec des électrodes de petites dimensions, ne permettant pas

de fortes intensités, mais permettant de réaliser une localisation très étroite du courant au niveau de la lésion.

5° Les faits cliniques et expérimentaux démontrent l'opportunité de faire des intervalles de repos pendant lesquels l'amélioration continue à s'affirmer.

6° L'ionisation, tant dans le traitement de la sclérodermie que dans celui des cicatrices vicieuses, agit au maximum au foyer du courant par le mécanisme indiqué ci-dessus, mais elle agit en même temps, quoique à un degré moindre, par l'intermédiaire de la circulation.

7° Ses effets s'exercent non seulement sur les lésions locales mais aussi sur l'état général.

8° L'ionisation donne des résultats remarquables dans le traitement des cicatrices vicieuses. Elle donne des résultats très encourageants dans le traitement, à l'étude, des sclérodermies.

Ses applications en dermatologie sont certainement susceptibles d'être étendues.

Vu, le Doyen, *Vu, le Président,*

ROGER. JEANSELME.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris :

APPELL.

BIBLIOGRAPHIE

Nous ne referons pas la bibliographie de tous les travaux qui ont abordé l'étude de la pénétration électrolytique des médicaments.

Nous renvoyons à l'excellente bibliographie qui accompagne la thèse de Brillouët (Paris, 1907). Nous renvoyons également aux bibliographies des thèses de Sourdeau (Paris, 1908), de Chasary (Montpellier, 1909), de Mendel Bruker (Paris, 1917).

Nous donnerons toutefois les indications permettant de se reporter aux différents travaux de Stéphane Leduc et de ses élèves dont il a été question dans notre discussion.

Nous établirons en outre la nomenclature, aussi complète que possible, des travaux publiés au cours des dernières années ayant trait à l'ionisation en général, au traitement électrique des cicatrices, au traitement de la sclérodémie.

BAILLEUL et GIRARD. — Sur la polarisation du tissu cicatriciel et le traitement électrique des adhérences cicatricielles profondes. — *Comptes rendus. Ac. des Sc.*, T. CLXIII, n° 18, 30 octobre 1916, p. 497.

G. BOURGUIGNON. — Pathogénie et électrophysiologie des myopathies. — *Arch. d'Electr. méd., expér. et chimique*, 10 juillet 1905.

— La contraction galvanotonique dans la réaction de dégénérescence. — *Bulletin de la Soc. Franç. d'Electrothérapie*, juin 1913.

G. BOURGUIGNON et M. CHIRAY. — Libération des cicatrices adhérentes par l'ionisation d'iodure de potassium. — *Bulletin de la Soc. Méd. des Hôpitaux*, 26 octobre 1916.

— Action parallèle du traitement galvanique localisé au siège de la blessure, sur la libération des cicatrices cutanées adhérentes et sur la régression des troubles moteurs dans le domaine des nerfs sous-jacents (galvanisation locale par l'électrode négative imbibée d'une solution d'iodure de potassium). — *Bulletin de la Soc. Médic. des Hôpitaux*, 23 février 1917.

- BOURGUIGNON et CONDUCHÉ. — Expériences sur l'introduction de l'ion iode par électrolyse chez l'homme, et son élimination par les urines. — *Compte rendu Ac. des Sciences*, 29 mai 1922.
- BRILLOUËT RAYMOND. — Etude physique et thérapeutique des ions et particulièrement de l'ion iode. — Thèse de Paris, 1907.
- BROCCQ. — Dermatologie pratique. — Précis-Atlas de pratique dermatologique, 1922.
- BRUKER-MENDEL. — Contribution à l'étude des applications thérapeutiques des ions. — Thèse de Paris, 1917.
- CASMAN. — Le traitement des cicatrices par le courant continu. — *Arch. Electr. médic.*, juin 1918, p. 247.
— des quelques ions, et en particulier de l'ion adrénaline. — *Arch. d'Electr. médic.*, 15 novembre 1903.
- M. CHIRAY et G. BOURGUIGNON. — L'ionisation dans le traitement des cicatrices adhérentes simples ou compliquées de contractures des membres. — *Presse Médicale*, 3 août 1916.
- Traitement des contractures chez les blessés porteurs de cicatrices adhérentes par l'action combinée de l'ionisation d'iode de potassium et de la mobilisation forcée. — *Bulletin de la Soc. Médic. des Hôpitaux*, 26 octobre 1916.
- Action parallèle du traitement galvanique localisé au siège de la blessure sur la libération des cicatrices cutanées adhérentes et sur la régression des troubles circulatoires, trophiques et douloureux dans le domaine des nerfs sous-jacents (galvanisation locale par électrode négative imbibée d'une solution d'iode de potassium). — *Bulletin de la Soc. Médic. des Hôpitaux*, 23 février 1917.
- DARIER. — Précis de dermatologie.
- DELHERM. — L'ionisation de l'azotate d'aconitine dans le traitement des névralgies. — *Bulletin de la Soc. d'Electrothérapie*, octobre 1920.
- DREVON. — Contribution à l'étude de l'ionothérapie par l'aconitine. — *Bulletin de la Soc. d'Electrothérapie*, mai 1922.
- FÉRE (Ch.) et TIXIER. — Etude sur la durée de l'élimination rénale de l'iodure de potassium. — *Comptes rendus de la Soc. de biologie*, 1906, pp. 189 et 1024.
- GONZALES QUIJANO SANCHEZ. — La théorie des ions en électricité médicale. — Thèse de Paris, 15 mai 1902.
- HUET et BOURGUIGNON. — La contraction galvanotonique durable et non durable dans la myopathie, la maladie de Thomson et la dégénérescence. — XVII^e Congrès int. de Méd. de Londres, août 1913.
- LAQUERRIÈRE. — Discussion, au sujet de la communication de Dieuzaide : « Ionothérapie par l'aconitine », sur le mécanisme de pénétration des ions. — *Bulletin de la Soc. d'Electrothérapie*, octobre 1920, page 172.
- LAQUERRIÈRE et DELHERM. — La réaction tétanisante dans la R. D. — *Bulletin de la Société d'Electrothérapie*, juin 1913.
- LAGHERET. — Etude d'une forme colloïdale de l'iode. — Thèse de Paris, décembre 1921.
- LEDUC STÉPHANE. — 1^o 1893. — Action thérapeutique des courants continus. — *Gazette Médic. de Nantes*.

- 2° 1900. — Introduction des substances médicamenteuses dans la profondeur des tissus par le courant électrique. — 1^{er} Congrès internat. d'Electrologie et de radiologie médic., 27 juillet-1^{er} août ; et *Annales d'Electrobiologie*, septembre et octobre.
- 3° 1900. — Introduction électrolytique des ions dans les tissus vivants. — Congrès de l'A. F. A. S., Paris.
- 4° 1900. — La théorie des ions en médecine. — *Annales scientifiques et médicales*, Paris, 1900 ; *Annales d'Electrobiologie*, mars-avril 1901 ; *Gazette médicale de Nantes*, 1901.
- 5° 1901. — Action des courants continus sur l'organisme vivant. — *Bulletin de la Soc. franç. d'Electrothérapie* et *Annales d'Electrobiologie*.
- 6° 1901. — L'Electrochimie médicale. — Rapport au Congrès de l'A. F. A. S., Ajaccio ; *Arch. d'electr. médic.* ; *Gazette Médic. de Nantes*.
- 7° 1901. — Introduction des médicaments par l'électricité. — *Sciences, Arts, Nature*.
- 8° 1901. — Dosage des ions introduits par l'électrolyse. — *Annales d'Electrobiologie*.
- 9° 1901. — Action des courants continus sur les tissus scléreux et cicatriciels. — Congrès de l'A. F. A. S., Montauban, août 1902.
- 10° 1903. — Ion zinc et épithélioma du nez. — Congrès de l'A. F. A. S., Angers ; *Arch. d'Electr. médic.*
- 11° 1903. — Traitement électrique de l'hémiplégie. — *Bulletin de la Soc. franç. d'Electrothérapie*.
- 12° 1903. — Effet de l'ion zinc sur la pousse des poils. — Congrès de l'A. F. A. S., Angers ; *Arch. d'Electr. médic.*
- 13° 1903. — En collaboration avec BOUCHET : Actions physiologiques.
- 14° 1904. — Les ions en médecine. — Congrès de l'A. F. A. S., Grenoble. — *Arch. d'Electr. médic.*, 25 septembre.
- 15° 1904. — Traitement des névralgies par l'ion salicylique. — *Arch. d'Electr. médic.*, 10 juin.
- 16° 1904. — Traitement des névralgies par l'ion quinine. — *Arch. d'Electr. médic.*, 25 juillet.
- 17° 1905. — Guérison d'un tic douloureux de la face, datant de trente-cinq ans, par trois séances d'introduction de l'ion salicylique. — Congrès de l'A. F. A. S., Cherbourg ; *Arch. d'Electr. médic.*, 10 novembre.
- 18° 1905. — Etude sur la résistance électrique du corps humain. — *Arch. d'Electr. médic.*, 12 août.
- 19° 1906. — *Province Médicale*, n° 21, page 246.
- 20° 1906. — Les nouvelles théories des solutions dans leurs rapports avec la médecine. — *Presse médicale*, n° 70, 72, 74, 76.
- 21° 1907. — Les ions et les médications ioniques. — Monographie publiée par l'*Œuvre médico-chirurgicale*, Paris.
- 22° 1910. — Ionisation destructive : ses indications, ses résultats immédiats ou éloignés. — *Arch. d'Electr. médic.*, Bordeaux, 1910.
- 23° 1910. — *Journal de Physiologie*, Paris, 1910.
- 24° 1912. — *Médical Annual*, 1912.

- LEPENNETIER. — Les Rayons X, la haute fréquence et l'électrolyse associés dans le traitement des séquelles de l'adénite cervicale tuberculeuse. — Thèse de Paris, 1922.
- MORIN. — Furunculose et ion zinc. — *Arch. Electr. médic.*, février 1916.
- OLIVIER. — Névralgie du trijumeau; échec de l'alcoolisation; guérison par l'ionisation salicylée. — *Paris Médical*, 15 septembre 1917, ch. 37, page 239.
- RONNEAUX. — Communication sur le traitement des cicatrices cutanées et sous-cutanées par la galvanisation négative. — *Bulletin de la Soc. d'Electrothérapie*, avril 1913.
- ROQUES. — Le traitement opothérapique de la sclérodémie. — *Annales de dermatologie*, 1910, page 383.
- SARAZIN. — L'ionisation et l'introduction électrolytique des médicaments. — *Annales d'électrobiologie et de radiologie*, 1913.
- SCHMITT (Ch.). — Considérations sur l'ionisation. — *Marseille Médical*, n° 22, 15 juillet 1917; n° 27, 1^{er} octobre 1917; n° 28, 13 octobre 1917; n° 30, 15 novembre 1917.
- VIGANO. — Sclérodémie et radiothérapie. — *Giornale Italiano della Malattie Veneree e della Pelle*, août 1920, page 451.
- VIGNAL. — Contribution à l'ionothérapie par l'aconitine. — *Bulletin de la Soc. d'Electrothérapie*, janvier 1921, page 18.
-

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
PRÉFACE.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 ^{re} PARTIE. — Expériences sur l'introduction de l'ion iode par Electrolyse chez l'homme et son élimination par les urines.....	17
2 ^e PARTIE. — Technique.....	44
3 ^e PARTIE. — I. Traitement des cicatrices cutanées adhé- rentes par l'ionisation. Résultats obtenus.....	52
II. L'ionisation dans le traitement des sclérodermies..	69
CONCLUSION.....	81

Limoges, Imprimerie Commerciale Perrette
